



# آشنایی با سدسورها

## تعریف سنسور :

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

سنسورها اغلب برای درک اطلاعات تماسی، تنشی، مجاورتی، بینایی و صوتی به‌کار می‌روند. عملکرد سنسورها بدین‌گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژی ناچیزی را در پاسخ ایجاد می‌کنند، که با پردازش این سیگنال‌های الکتریکی می‌توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم‌گیری‌های بعدی از آن‌ها استفاده نمود.

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

حسگرها در واقع ابزار ارتباط ربات با دنیای خارج و کسب اطلاعات محیطی و نیز داخلی می‌باشند. انتخاب درست حسگرها تأثیر بسیار زیادی در میزان کارایی ربات دارد . انواع حسگرها (سنسورها) بسته به نوع اطلاعاتی که ربات نیاز دارد از حسگرهای مختلفی می‌توان استفاده نمود:

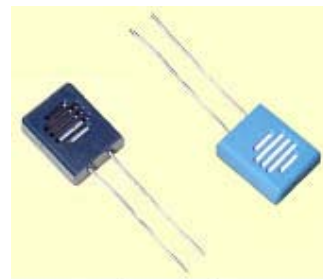
- فاصله
- رنگ
- نور
- صدا
- حرکت و لرزش
- دما

- دود

- و ...



يك حسگر حرکت



حسگرهاي رطوبت

مزایای استفاده از سنسورها :

اما چرا از حسگرها استفاده می کنیم ؟ همانطور که در ابتدای این گفتار اشاره شد حسگرها اطلاعات مورد نیاز ربات را در اختیار آن قرار می دهند و کمیتهاي فیزیکی یا شیمیایی موردنظر را به سیگنالهاي الکتریکی تبدیل می کنند. مزایای سیگنالهاي الکتریکی را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد:

- پردازش راحتتر و ارزانتر

- انتقال آسان

- دقت بالا

- سرعت بالا

و ...

## سنسورها در ربات(1)

سنسورها اغلب برای درک اطلاعات تماسی، تنشی، مجاورتی، بینایی و صوتی به کار می روند. عملکرد سنسورها بدین گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژی ناچیزی را در پاسخ ایجاد می کنند، که با پردازش این سیگنالهای الکتریکی می توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم گیری های بعدی از آنها استفاده نمود.

سنسورها را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف به دسته‌های متفاوتی تقسیم کرد که در ذیل می‌آید:

**b. سنسور بازخورد:** این سنسور اطلاعات وضعیت ربات، از جمله موقعیت بازوها، سرعت حرکت و شتاب آن‌ها و نیروی وارد بر درایورها را دریافت می‌نمایند.

**c. سنسور فعال:** این سنسورها هم گیرنده و هم فرستنده دارند و نحوه کار آن‌ها بدین ترتیب است که سیگنالی توسط سنسور ارسال و سپس دریافت می‌شود.

**d. سنسور غیرفعال:** این سنسورها فقط گیرنده دارند و سیگنال ارسال شده از سوی منبعی خارجی را آشکار می‌کنند، به همین دلیل ارزان‌تر، ساده‌تر و دارای کارایی کمتر هستند. سنسورها از لحاظ فاصله‌ای که با هدف مورد نظر باید داشته باشند به سه قسمت تقسیم می‌شوند:

سنسورها از لحاظ فاصله‌ای

سنسور تماسی: این نوع سنسورها در اتصالات مختلف محرکه‌ها مخصوصاً در عوامل نهایی یافت می‌شوند و به دو بخش قابل تفکیک‌اند.

سنسورهای تشخیص تماس  
سنسورهای نیرو-فشار

سنسورهای مجاورتی: این گروه مشابه سنسورهای تماسی هستند، اما در این مورد برای حس کردن لازم نیست حتماً با شی در تماس باشد. عموماً این سنسورها از نظر ساخت از نوع پیشین دشوارترند ولی سرعت و دقت بالاتری را در اختیار سیستم قرار می‌دهند. دو روش عمده در استفاده از سنسورها وجود دارد:

حس کردن استاتیک: در این روش محرکه‌ها ثابت‌اند و حرکتهایی که صورت می‌گیرد بدون مراجعه لحظه‌ای به سنسورها صورت می‌گیرد. به عنوان مثال در این روش ابتدا موقعیت شی تشخیص داده می‌شود و سپس حرکت به سوی آن نقطه صورت می‌گیرد.

حس کردن حلقه بسته: در این روش بازوهای ربات در طول حرکت با توجه به اطلاعات سنسورها کنترل می‌شوند. اغلب سنسورها در سیستم‌های بینا این‌گونه‌اند.

لحاظ کاربردی با نمونه‌هایی از انواع سنسورها در ربات آشنا می‌شویم:

a. سنسورهای بدنه (Body Sensors): این سنسورها اطلاعاتی را درباره موقعیت و مکانی که ربات در آن قرار دارد فراهم می‌کنند. این اطلاعات نیز به کمک تغییر وضعیت‌هایی که در سوییچ‌ها حاصل می‌شود، به دست می‌آیند. با دریافت و پردازش اطلاعات بدست آمده ربات می‌تواند از شیب حرکت خود و اینکه به کدام سمت در حال حرکت است آگاه شود. در نهایت هم عکس‌العملی متناسب با ورودی دریافت شده از خود بروز می‌دهد.

b. سنسور جهت‌یاب مغناطیسی (Direction Magnetic Field Sensor): با بهره‌گیری از خاصیت مغناطیسی زمین و میدان مغناطیسی قوی موجود، قطب‌نمای الکترونیکی هم ساخته شده است که می‌تواند اطلاعاتی را درباره جهت‌های مغناطیسی فراهم سازد. این امکانات به یک ربات کمک می‌کند تا بتواند از جهت حرکت خود آگاه شده و برای تداوم حرکت خود در جهتی خاص تصمیم‌گیری کند. این سنسورها دارای چهار خروجی می‌باشند که هرکدام مبین یکی از جهت‌ها است. البته با استفاده از یک منطق صحیح نیز می‌توان شناخت هشت جهت مغناطیسی را امکان‌پذیر ساخت.

## c. سنسورهای فشار و تماس (Touch and Pressure Sensors) :

شبيه‌سازی حس لامسه انسان کاری دشوار به نظر می‌رسد. اما سنسورهای ساده‌ای وجود دارند که برای درک لمس و فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این سنسورها در جلوگیری از تصادفات و افتادن اتومبیل‌ها در دست‌اندازها استفاده می‌شود. این سنسورها در دست‌ها و بازوهای ربات هم به منظورهای مختلفی استفاده می‌شوند. مثلاً برای متوقف کردن حرکت ربات در هنگام برخورد عامل نهایی با یک شی. همچنین این سنسورها به ربات‌ها برای اعمال نیروی کافی برای بلند کردن جسمی از روی زمین و قرار دادن آن در جایی مناسب نیز کمک می‌کند. با توجه به این توضیحات می‌توان عملکرد آن‌ها را به چهار دسته زیر تقسیم کرد: 1- رسیدن به هدف، 2- جلوگیری از برخورد، 3- تشخیص یک شی.

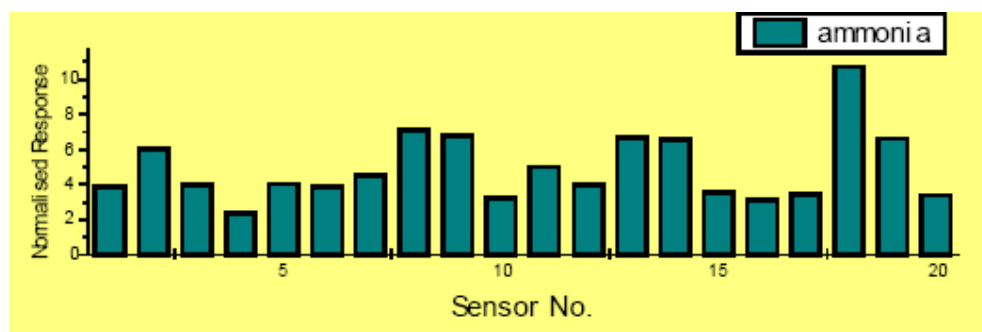
## d. سنسورهای گرمایی (Heat Sensors) :

یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمینستورها هستند. این سنسورها المان‌های مقاومتی پسیوی هستند که مقاومتشان متناسب با دمایشان تغییر می‌کند. بسته به اینکه در اثر گرما مقاومتشان افزایش یا کاهش می‌یابد، برای آن‌ها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می‌کنند. نوع دیگری از سنسورهای گرمایی ترموکوپل‌ها هستند که آن‌ها نیز در اثر تغییر دمای محیط ولتاژ کوچکی را تولید می‌کنند. در استفاده از این سنسورها معمولاً یک سر ترموکوپل را به دمای مرجع وصل کرده و سر دیگر را در نقطه‌ای که باید دمایش اندازه‌گیری شود، قرار می‌دهند.

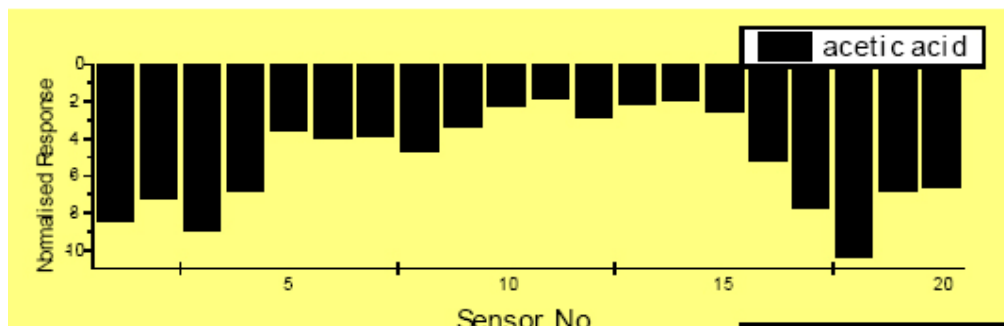
## e. سنسورهای بویایی (Smell Sensors) :

تا همین اواخر سنسوری که بتواند مشابه حس بویایی انسان عمل کند، وجود نداشت. آنچه که موجود بود یک‌سری سنسورهای حساس برای شناسایی گازها بود که اصولاً هم برای شناسایی گازهای سمی کاربرد داشتند. ساختمان این سنسورها به این صورت است که یک المان مقاومتی پسیو که از منبع تغذیه‌ای مجزا، با ولتاژ +5 ولت

تغذیه می‌شود، در کنار یک سنسور قرار دارد که با گرم شدن این المان حساسیت لازم برای پاسخ‌گویی سنسور به محرک‌های محیطی فراهم می‌شود. برای کالیبره کردن این دستگاه ابتدا مقدار ناچیزی از هر بو یا عطر دلخواه را به سیستم اعمال کرده و پاسخ آن را ثبت می‌کنند و پس از آن این پاسخ را به عنوان مرجعی برای قیاس در استفاده‌های بعدی به کار می‌برند. اصولاً در ساختمان این سیستم چند سنسور، به طور همزمان عمل می‌کنند و سپس پاسخ‌های دریافتی از آن‌ها به شبکه عصبی ربات منتقل شده و تحلیل و پردازش لازم روی آن صورت می‌گیرد. نکته مهم درباره کار این سنسورها در این است که آن‌ها نمی‌توانند یک بو یا عطر را به طور مطلق اندازه بگیرند. بلکه با اندازه‌گیری اختلاف بین آن‌ها به تشخیص بو می‌پردازند. بویایی حسی است که می‌تواند در جلوگیری از جرائم استفاده شود. از گذشته از حس بویایی سگ‌ها برای یافتن اجساد، مواد مخدر یا مواد منفجره و حتی شناسایی افراد استفاده می‌شده است. دانشمندان و مهندسان دارند بر روی سیستمی کار می‌کنند که بتواند بو را احساس کند. این تکنولوژی می‌تواند به جای سگ‌ها به کار برده شود و وظایف آن‌ها را انجام دهد. بو مخلوطی از مواد شیمیایی موجود در هوا است. حیوانات و ماشین‌ها برای بوییدن باید از چندین سنسور متفاوت استفاده کنند. هر سنسور به دسته‌ی خاصی از مواد شیمیایی حساس است. با اندازه‌گیری نتایج سنسور‌ها می‌توان بو را تشخیص داد.



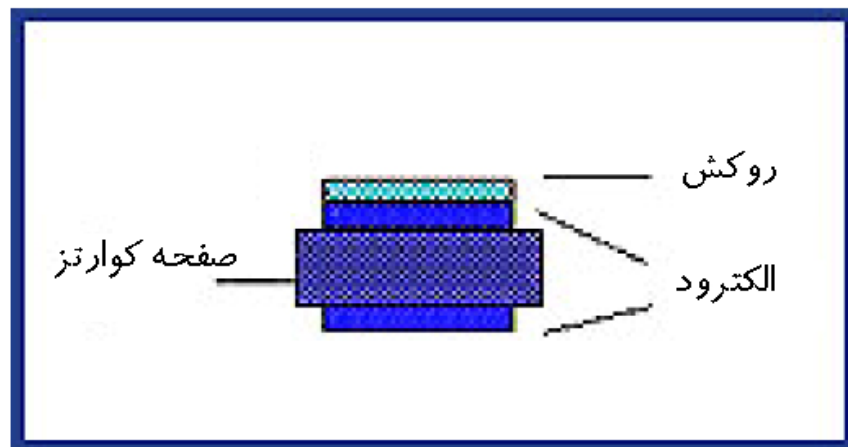
در این تصویر نشان داده شده که چگونه 20 سنسور متفاوت، نسبت به گاز آمونیاک عکس‌العمل نشان داده‌اند.



در این تصویر نیز نشان داده شده که چگونه همان 20 سنسور، نسبت به استیک اسید (جوهر سرکه) عکس العمل نشان داده اند. با مقایسه نتایج به دست آمده از سنسور ها با نتایج از قبل ثبت شده ، می توان ماده شیمیایی را تشخیص داد. یک سنسور بویایی می تواند از یک کریستال کوارتز با اتصالات الکترونیکی و یک روکش پلاستیکی خاص درست شده باشد. کریستال کوارتز به منظور ایجاد یک لرزه منظم با یک فرکانس دقیق استفاده می شود. روکش پلاستیکی می تواند مواد شیمیایی را جذب کند .



یک سنسور بویایی



ساختمان یک (Quartz Crystal Microbalance) QCM

یک کریستال بر روی فنر

کریستال می تواند بر روی یک فنر قرار گیرد .

فرکانس به دست آمده از اسیلاتور بر روی فنر از

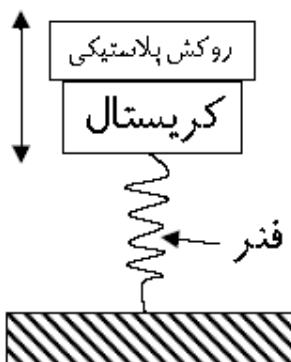
فرمول زیر به دست می آید.

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

K = ضریب سختی فنر ( $\text{Nm}^{-1}$ )

m = جرم (kg)

f = فرکانس (Hz)



f. سنسورهای موقعیت مفاصل :

g. رایجترین نوع این سنسورها کدگشاها (Encoders) هستند

که هم از قدرت بالای تبادل اطلاعات با کامپیوتر برخوردارند و هم

اینکه ساده، دقیق، مورد اعتماد و نویز ناپذیرند. این دسته

انکدرها را به دو دسته می توان تقسیم کرد:

i. انکدرهای مطلق: در این کدگشاها موقعیت به کد باینری

یا کد خاکستری (Binary Coded Decible) BCD تبدیل می شود. این

انکدرها به علت سنگینی و گران قیمت بودن و اینکه سیگنال های

زیادی را برای ارسال اطلاعات نیاز دارند، کاربرد وسیعی ندارند.

همانطور که می دانیم به کار گیری تعداد زیادی سیگنال در صد خطای

کار را افزایش می‌دهد و این اصلا مطلوب نیست. پس از این انکدرها فقط در مواردی که مطلق بودن مکان‌ها برای ما خیلی مهم است و مشکلی هم از احاطه بار فابل تحمل ربات متوجه ما نباشد، استفاده می‌شود.

ii. انکدرهای افزایشنده: این کدگشاها دارای قطار پالس و یک پالس مرجع که برای کالیبره کردن بکار می‌رود هستند، از روی شمارش قطارهای پالس نسبت به نقطه مرجع به موقعیت مورد نظر دست می‌یابند. از روی فرکانس (عرض پالس‌ها) می‌توان به سرعت چرخش و از روی محاسبه تغییرات فرکانس در واحد زمان (تغییرات عرض پالس) به شتاب حرکت دوارنی پی برد. حتی می‌توان جهت چرخش را نیز فهمید. فرض کنید سیگنال‌های A و B و C سه سیگنالی باشند که از کدگشا به کنترل‌کننده ارسال می‌شود. B سیگنالی است که با یک چهارم پریود تاخیر نسبت به A. از روی اختلاف فاز بین این دو می‌توان به جهت چرخش پی برد.

منبع :

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

## سنسورها در ربات (2) :

در اتوماسیون سخت (Hard Automation) که در آن یک ماشین وظیفه مشخص را همان‌گونه که در صنعت مورد نیاز است انجام می‌دهد، نیازی به هوشمند بودن سیستم نیست. اما برای رسیدن به اتوماسیون هوشمند (Intelligent Automation) به دو جز کلیدی نیازمندیم: هوش‌مصنوعی و سیستم سنسوری.

به کمک این دو می‌توان به ربات‌های صنعتی با کاربردهایی در نقاشی، جوشکاری، حمل‌ونقل و مونتاژ رسید که قدرت انجام کارهای پیچیده، تشخیص و تفکیک را دارا هستند.

سنسورها اغلب برای درک اطلاعات تماسی، تنشی، مجاورتی، بینایی و صوتی به‌کار می‌روند. عملکرد سنسورها بدین‌گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژی

ناچیزی را در پاسخ ایجاد می‌کنند، که با پردازش این سیگنال‌های الکتریکی می‌توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم‌گیری‌های بعدی از آنها استفاده نمود.

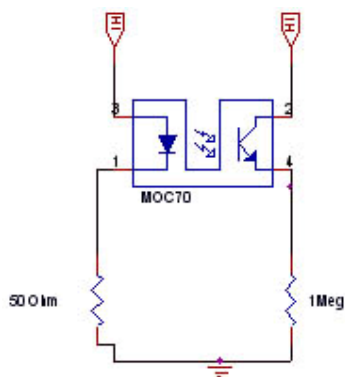
تعریف سنسور نوري (گیرنده-فرستنده)

يکي از پرکاربردترین حسگرهاي مورد استفاده در ساخت رباتها حسگرهاي نوري هستند.

سنسور های نوری در اصل چشم ربات به حساب میاید که خط زیر ربات را تشخیص میدهد و به میکرو کنترلر فرمان میفرستند. خروجی این حسگر در صورتیکه مقابل سطح سفید قرار بگیرد 5 ولت و در صورتی که در مقابل یک سطح تیره قرار گیرد صفر ولت می باشد. البته این وضعیت می تواند در مدلهای مختلف حسگر برعکس باشد. در هر حال این حسگر در مواجهه با دو سطح نوري مختلف ولتاژ متفاوتی تولید می کند.



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

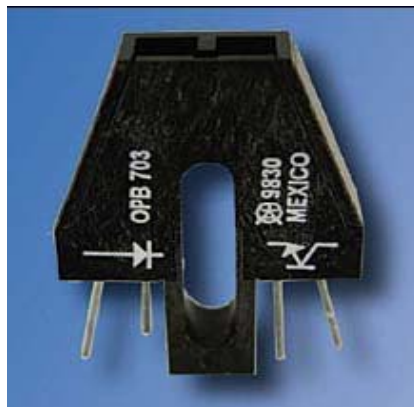


بسته های متفاوت سنسورنوری:

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

سنسورهایی که برای تشخیص وجود اجسام مورد استفاده قرار می گیرند، معمولاً از یک فرستنده مثل IR LED و یک گیرنده مثل

فوتوترانزیستور استفاده می شود. نمونه ی این گونه سنسور RS 05 یا سنسور های نوع OPB است، که بررسی می شود .

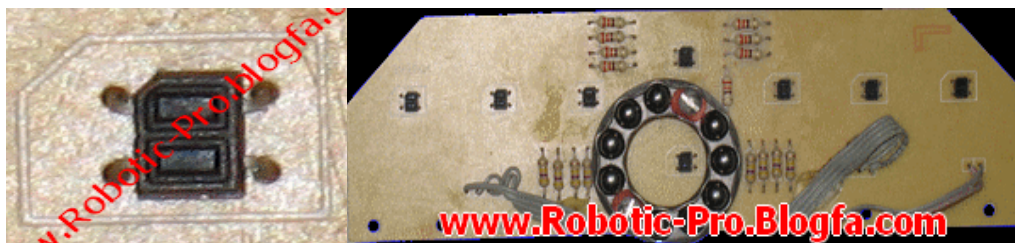


شکل ۱۴. یک بسته ی گیرنده و فرستنده ی IR

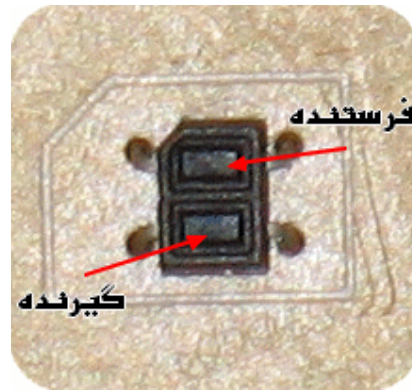
انواع سنسورهای نوری

## 1- سنسور GP2S04-6 :

این سنسور یک سنسور فرستنده و گیرنده در یک پک کوچک و کم حجم میباشد که دارای حساسیت بسیار خوبی است و یکی از بهترین سنسور ها برای یک ربات مسیر یاب میباشد و نور محیط تاثیر زیادی در عملکرد آن ندارد ( مادون قرمز ) که اسم این سنسور GP2S04-6 است . بهترین بازده این سنسور در فاصله 4 الی 6 میلیمتر از سطح زمین میباشد در عکس زیر نمونه ای از این سنسور و نمونه ای از برد سنسور را میبینید .

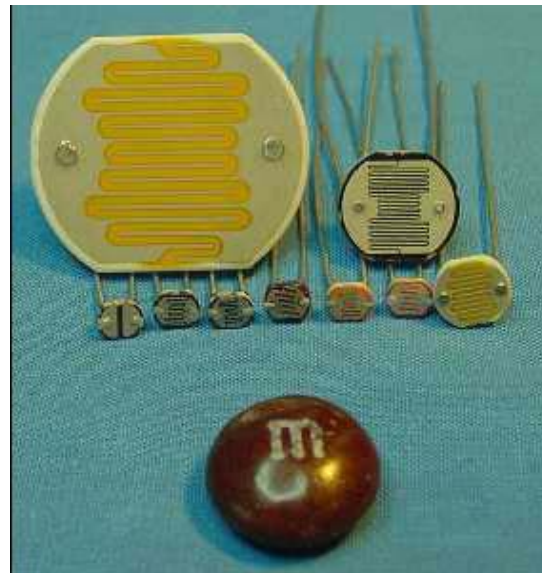


این سنسور دارای 4 پایه میباشد که دوتای آن به زمین وصل میشود و دوتای دیگر هم هر کدام به یک مقاومت متصل می گردد



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

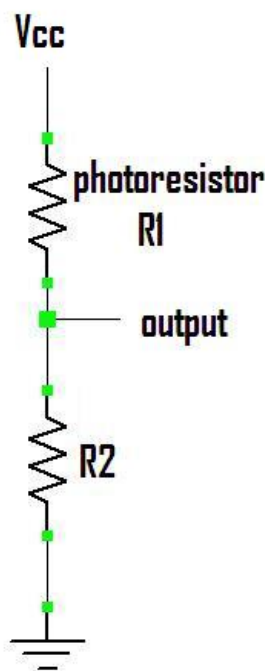
2- مقاومت نوری (photoresistor) :



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

اساس کار مقاومت نوری بسیار ساده است؛ مقاومت این قطعه با تغییر شدت نور رسیده به آن تغییر می کند، اما از آنجا که در الکترونیک

داده ها به صورت ولتاژ ظاهر می شوند باید به شکلی این تغییر در مقاومت را به تغییر ولتاژ تبدیل کنیم .



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

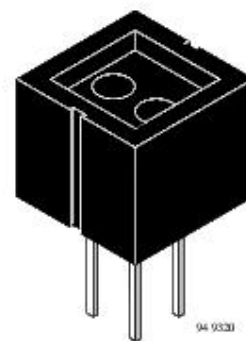
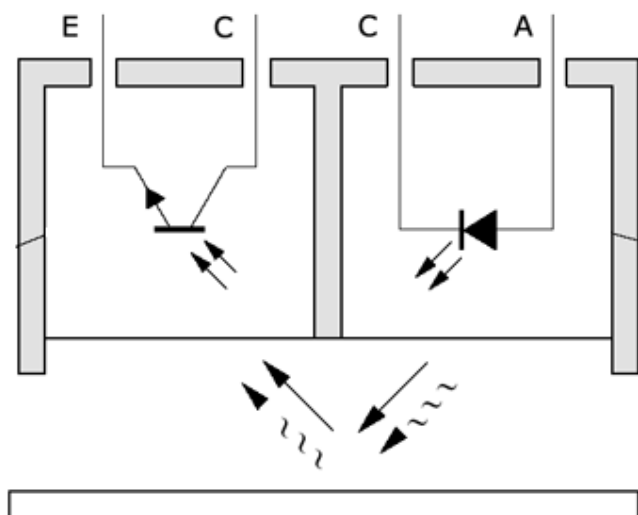
$$V_{\text{output}} = V_{\text{cc}} * (R_2 / (R_1 + R_2))$$

فرض کنید در یک مدار معمولی مقاومت  $R_2$  برابر  $500 \Omega$  و  $V_{\text{cc}}$  برابر  $5V$  باشد، اکنون هنگامی که مقاومت نوری در تاریکی کامل قرار دارد مقاومت آن حدود  $2 \text{ k}\Omega$  است و ولتاژ خروجی تقریباً صفر است، و هنگامی که در مقابل نور مستقیم قرار می گیرد مقاومت آن به حدود  $20\Omega$  کاهش یافته و ولتاژ خروجی تقریباً  $5V$  می شود. بدین گونه موفق شدیم یک حالت فیزیکی محیط را به سیگنال الکتریکی تبدیل کرده و به عبارت دیگر یک گیرنده برای سنسور خود بسازیم.

### 3- سنسور CNY70

این سنسور به صورت یک بسته حاوی دو عدد سنسور مادون قرمز است. یک سنسور فرستنده و سنسور دیگر گیرنده می باشد. برای اینکه روبات شما بهتر کار کند بهتر است بجای استفاده از دو سنسور مادون

قرمز به صورت مجزا از این package سنسور استفاده کنید. در این سنسور پایه های بلندتر در هر سمت سمت آند و پایه های کوتاهتر سمت کاتد است. با استفاده از این نوع سنسور میزان خطاها تا حد قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.



#### 4- فتوسل



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

قیمت: 1000 ریال

#### 5- فتوسل بزرگ



یک فتوسل (مقاومت حساس به نور) بزرگ با یک قاب پلاستیکی جهت حفاظت فتوسل از آسیب و آلودگی در صورتی که نوری که به این

فتوسل تابیده می شود زیاد شود مقاومت الکتریکی آن کاهش می

یابد

قیمت: 4500 ریال

6 - یک جفت دیود فرستنده و گیرنده مادون قرمز

یک جفت دیود فرستنده و گیرنده مادون قرمز 5 میلی متری بسیار مناسب برای تشخیص رنگ سطوح مختلف و مناسب برای ربات های



مسیر یاب ، لایرننت، آتش نشان و هر رباتی که نیاز به تشخیص رنگ دارد

حداقل تعداد خرید 5 جفت است.

قیمت: 2000 ریال

7 - اپتوکانتز موازی مادون قرمز

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



قیمت: 10000 ریال

8 - اپتوکانتز موازی مادون قرمز تایوانی

یک فرستنده و گیرنده بسیار قوی مادون قرمز که پک شده اند.

بسیار مناسب برای استفاده در ربات های مسیر یاب و لایرننت

قیمت آن کمی گران است ولی نسبت به کیفیت آن ارزش دارد در این محصول در اصل یک فتو ترانزیستور وجود دارد که حساسیت زیادی ایجاد می کند.

این محصول کارخانه ویشی تایوان است

قیمت: 13000 ریال

کاربرد سنسور های نوری :

1- استفاده در کنترل از راه دور تلویزیون : سنسور های مادون قرمز (IR) زیادی در بازار موجود میباشند که در دو نوع فرستنده

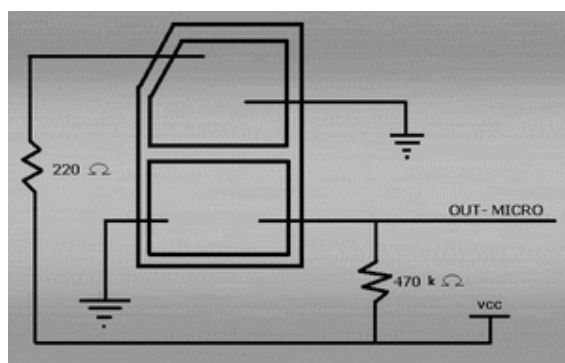
و گیرنده میباشد که نمونه اون رو میتونید در کنترل تلویزیون و خود تلویزیون مشاهده کنید که سنسوری که در کنترل میباشد و دارای رنگ روشنی میباشد فرستنده و سنسوری که در جلوی تلویزیون میباشد تیره رنگ میباشد گیرنده اون به شمار میرود

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

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

مدارات مرتبط با سنسور های نوری :

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



در این سنسور پایه مثبت فرستنده به مقاومت ۳۳۰ اهم و پایه مثبت گیرنده به مقاومت 470 کیلو اهم وصل میشن

خروجی این سنسور بین پایه گیرنده و مقاومت 470 کیلیو اهم گرفته میشود

زمانی که زیر سنسور رنگ سفید باشد مقدار خروجی حدود 0.7-2/0  
ولت میباشد و زمانی که رنگ زیر آن سیاه باشد خروجی آن حدود  
3/3 - 3/4 ولت میباشد

## امواج Ultrasonic

امواج اولتراسونیک به دسته‌ای از امواج مکانیکی گفته می‌شود که فرکانس نوسانشان بیش از محدوده شنوایی انسان 20KHz باشد. این امواج بدلیل خواصی که دارند کاربردهای متنوع و بعضاً جالبی دارند. با محاسبه‌ای ساده می‌توان دریافت که اگر نقطه‌ای با فرکانس 25 کیلوهرتز و دامنه 10 میکرومتر نوسان کند شتاب آن بالغ بر 25 هزار برابر شتاب ثقل می‌شود. این شتاب و به طبع آن سرعت بالا در مایعات باعث ایجاد کاویتاسیون می‌شود و در هنگام انفجار حبابهای ایجاد شده فشاری در حدود 200 بار ایجاد می‌گردد. از طرف دیگر اگر حرکت نسبی با مشخصات فوق میان دو سطح جامد برقرار شود ازدیاد دما باعث جوش خوردن دو سطح به یکدیگر می‌شود که Ultrasonic Welding می‌باشد.

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

مجموعه‌های اولتراسونیک معمولاً از سه بخش کلی تشکیل می‌شوند:

1. مبدل
2. بوستر
3. تقویت کننده یا هورن.

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

## کاربرد سنسورهای Ultrasonic در باتیکه

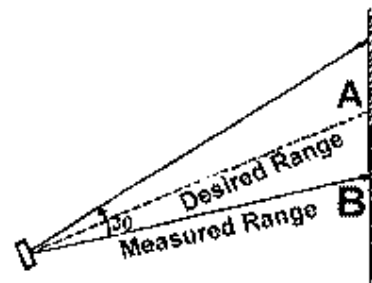
یکی از مسائل مطرح در باتیکه ایجاد درک نسبت به محیط خارجی برای جلوگیری از برخورد نامطلوب به اشیاء موجود در محیط حرکت است. از سوی دیگر ممکن است نیاز داشته باشیم که ربات بتواند درکی از فاصله ها بدون تماس فیزیکی داشته باشد. برای این منظور از سنسورهای مافوق صوت یا Ultrasonic استفاده میکنند . با وجود اینکه رویکردهای زیادی در این زمینه وجود دارد ولی میتوان آنها را در دو بخش تقسیم بندی کرد. دسته اول شامل ابزارهای انفعالی میباشد، نظیر سیستمهای فاصله سنجی swept-focus و یا stereoscopic دسته بعد سیستم های فعال یا Active میباشد نظیر سیستمهای ماکروویو ، لیزر و مافوق صوت . در این مقال ما به معرفی سنسورهای مافوق صوت خواهیم پرداخت. این سنسورها از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت اول مدار راه انداز آن را تشکیل میدهد و قسمت دیگر دو قطعه (مبدل) گیرنده و فرستنده آن ، دقیقاً مشابه آن قسمت از دزدگیرهایی که در خودروها (مقابل شیشه جلو) نصب میشود. البته در دسر اصلی کار با اینگونه سنسورها مدار راه انداز آن است. البته پکیجهای آماده که کار را بسیار ساده میکنند نیز وجود دارد، مانند مدل مافوق صوت ساخت شرکت Texas Instruments که این سنسورها در برخی دوربینها نیز برای تشخیص فاصله و فوکوس مناسب استفاده میشود .

مکانیزم کلی کار این سنسورها ، فرستادن یک بیم و دریافت انعکاس آن و متعاقباً محاسبه زمان رفت و برگشت. بدین ترتیب میتوان فواصل را نیز براحتی با در نظر گرفتن سرعت صوت در دما و فشار محیط ،

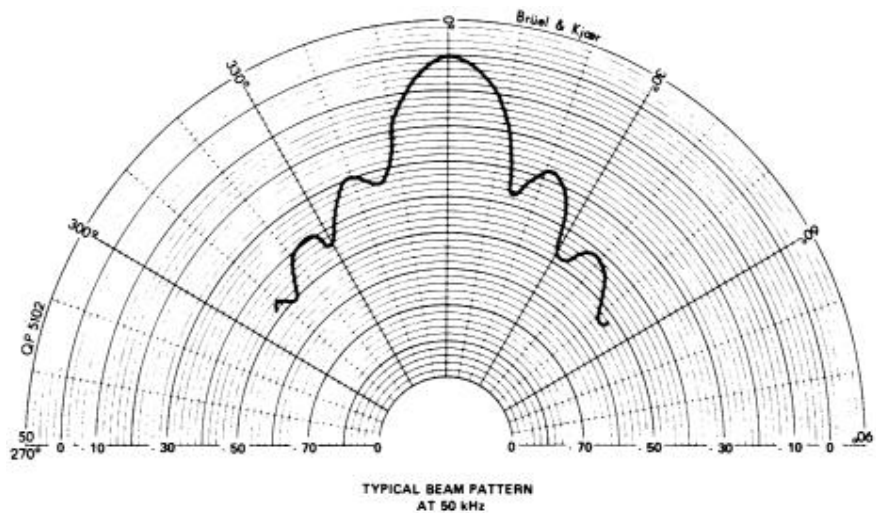
محاسبه کرد

قدم بعدی بدست آوردن ماتریسی از موانع موجود در محیط است. اینکار از دو راه ممکن است راه اول جاروب کردن محیط با امواج بصورت مکانیکی میباشد. راه دوم استفاده از چند مبدل ، با توجه به پیچیدگی محیط ، است. بعنوان مثال میتوان یک مبدل متحرک با رنج زاویه ای بالا در سر ربات ، یک مبدل ثابت در جلو و رو به پایین برای تشخیص گودی، و دو مبدل با زاویه های 45 درجه در چپ و راست را بعنوان یک ترکیب مناسب استفاده کرد .

یکی از مهمترین خطاهایی که در این سنسورها مشاهده میشود ، خطای بالقوه در فواصل زیاد است. همانطور که میدانید امواج مافوق صوت را نمی توان همانند یک بیم لیزر تاباند و انعکاس آن را ثبت کرد. بعنوان مثال در فاصله حدودا 4.5 متری و با زاویه تابش 75 درجه حدود 250 میلیمتر خطا ممکن است پیش آید .



برخی از محققین با استفاده از تیوپها ، شیپوره ها و بازتابنده ها و با فوکوس دادن بیمهای صوتی سعی در کم کردن زاویه تابش داشته اند ولی تجهیزات مورد نیاز ابعاد سنسور را به ده ها برابر افزایش میدهد. دقت این نوع سنسورها را با افزایش دقت گیرنده نیز میتوان افزایش داد. لبه های کناری بیم عموماً از شدت کمتری برخوردارند لذا با کم کردن شدت حساسیت گیرنده میتوان خطا را تا نصف کاهش داد. البته در مواردی از یک آرایه از داده ها استفاده میشود و پروسسوری وظیفه تشخیص زاویه مناسب را برعهده دارد .



نمونه ای از کاربرد سنسورهای Ultrasonic در رباتیک



## ربات دوچرخه سوار

یک کمپانی ژاپنی اقدام به ساخت یک ربات کوچک نموده که به سادگی دوچرخه سواری می کند.

شرکت **Murata Manufacturing** در یکی از نمایشگاه های تکنولوژیهای پیشرفته در اطراف شهر توکیو در ژاپن، رباتی را معرفی کرد که قادر است دوچرخه سواری کند.

این ربات که پنجاه سانتیمتر ارتفاع و نزدیک به پنج کیلوگرم وزن دارد، "پسر موراتا (Murata Boy)" نام داشته می تواند با سرعتی حدود 79 سانتیمتر در ثانیه حرکت کند.

نسخه قدیمی تر این ربات که دوچرخه سواری می کرد در سال 1990 معرفی شد اما نمی توانست بدون آنکه بیفتد، توقف کند. اما ربات اخیر با تنظیم سرعت و انحراف مرکز جرم خود می تواند تعادل خود را در موقعیت های مختلف از جمله هنگام ایستادن حفظ کند.

## سنسور سونار:

### خلاصه:

سونار SRF04 سنسور مسافت یاب است که می توان توسط آن ربات را هدایت کرد. شما می توانید ربات خود قادر سازید تا محیط پیرامونش را از طریق مجموعه سنسورهای سونار ببیند. (مانند چشم انسان)

### نظریه عملکرد:

یک سنسور سونار از طریق تولید یک صدا مانند رگبار کوتاه اسلحه کار می کند (ping) بنابراین وقتی که صدا به نزدیکترین شیء برخورد می کند، انعکاس صدا (echo) توسط سنسور شنیده می شود.

مانند تصویر زیر:

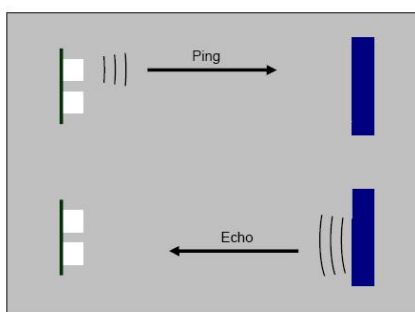


Figure 1 - Sonar Ping and Echo

توسط اندازه گیری درست زمان، از لحظه ای که Ping شروع شده تا لحظه ای که Echo به سنسور برمیگردد، مقدار فاصله به نزدیکترین شیء را می توان محاسبه کرد. حرکت صدا چیزی در حدود 1116.4 feet/second و یا 340.29 meters/second در سطح دریا، سرعت دارد. فاصله به نزدیکترین شیء را می توان با تقسیم زمان گذشته شده (elapsed time) بر دو برابر سرعت صدا محاسبه کرد.

منظور از زمان گذشته شده، زمان بین فرستادن صدا و شنیدن انعکاس (echo) است.

فرمول بدست آوردن فاصله سنسور از شیء به صورت زیر است:

$$\text{Distance} = \text{ElapsedTime} / (2 * \text{Speed\_Of\_Sound})$$

دلیل این که عمل تقسیم را بر دو برابر سرعت صدا ضرب می کنیم این است که فاصله از شیء فقط نصف فاصله حرکت واقعی موجی صدا است. موج صدا باید به سمت شیء حرکت کند و به سنسور برگردد برای این که سنسور، برگشت صدا یا echo را بشنود.

## عملکرد سنسور:

سنسور مسافت یاب SRF04 با تولید یک پالس بر روی سیگنالی قرار است بفرستد، آن را رها می کند. این باعث می شود تا مسافت یاب یک ping ارسال کند. سنسور مسافت یاب قادر است تا 100 microsecond را بعد از عمل پینگ دریافت کند و سیگنال خروجی echo سنسور را افزایش دهد. (تأخیر در فعال سازی گیرنده باعث می شود تا گیرنده از شنیدن ping ارسال شده جلوگیری کند) وقتی که گیرنده echo را می شنود سیگنال خروجی را قطع می کند. زمان گذشته شده (Elapsed Time) بین ping و echo را می توان با اندازه گیری مدت زمان پالس روی خط echo و اضافه کردن 100 microsecond به آن بدست آورد. به صورت زیر:

$$\text{elapsedTime} = \text{pulseDuration} + 100$$

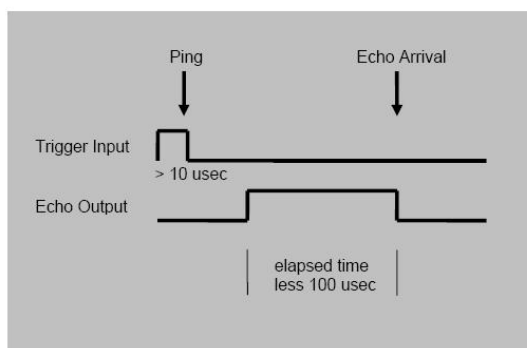


Figure 2 - Devantech SRF04 Signals

## سنسور رنگ:

### چکیده:

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

### کلمات کلیدی:

ADC: Analog – Digital – Converter

Sensor: حسگر

Pixel: پیکسل

Chip: چیپ

### مقدمه:

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

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

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

ابزارهای بسیاری نیاز به کنترل رنگ از طریق یک سنسور را دارند به عنوان مثال در صنعت، کدهای رنگی پرینت شده همانند خطوط روی مقاومتها بایستی آشکار شوند تا اجازه عملکرد بالای ذخیره اتوماتیک رابه مقاومت بدهند . نیمی از شرکتهای آلمانی در صنعت غذایی (tetra) جهت کنترل رنگی از color sensor استفاده می کنند. سه نوع سنسور رنگ شبیه چشم انسان مسئولیت تشخیص رنگ را بر عهده دارند . این سنسورهای رنگی نمایانگر یک طرح کوچک فیلترهایی با کیفیت بالا و خواننده هم زمان سه سطح رنگی می باشند.



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

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

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

- 1- بصورت micro-structure روی چیپ قرار گرفته اند
  - 2- قدرت انتقال سیگنال بالایی دارند.
  - 3- سطح آن ها سخت می باشد.
  - 4- پایداری حرارتی بالایی دارند.
  - 5- فیلترها دارای شیب زیادی هستند
- آرایه های فتو دیده های pin سیلیکونی:
- 1- ناحیه طول موج 450mm-750mm
  - 2- جریان گرفته شده از هر سکتور کمتر از 50 pa به ازای 5v ولتاژ معکوس
  - 3- ظرفیت خازن هر سکتور 50 pf به ازای 5v ولتاژ معکوس
  - 4- ماکزیمم ولتاژ معکوس 30 v
  - 5- زمان صعود (TR) کمتر 1ns

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

## ساختار فیزیکی :

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

وقتی یک ولتاژ مثبت بر روی یک الکتود هادی کنار بستر القاء می شود یک ناحیه تخلیه در بستر در کنار الکتود ایجاد می

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