

# بسمه تعالی



دانشگاه صنعتی شریف

مقاله : کاربرد بینایی ماشین در کنترل کیفیت و ارتباط آن با رباتهای  
صنعتی

شرکت : شرکت مهندسی اتوماسیون قشم و لتاژ

نویسنده : سعید فیروزی دقیق

## فهرست مطالب

۳		فصل ۱: معرفی بینایی ماشین و کاربردهای آن
۳	.....	۱-۱- آشنایی کلی
۱۰		فصل ۲: پروژه
۱۰	.....	۲-۱- مقدمه
۱۴	.....	۲-۲- کد پایتون
۱۶	.....	۲-۳- نتایج
۱۶		فصل ۴: جمع‌بندی
۱۶	.....	۴-۱- جمع‌بندی

## ❖ آشنایی کلی

بینایی ماشین (Machine Vision)، تبدیل داده یک دوربین به یک نمایش جدید یا یک تصمیم است. همه این تبدیلات برای رسیدن به هدف مشخصی انجام می‌شود. داده‌ی ورودی می‌تواند شامل اطلاعات متنی مانند اینکه "دوربین در یک ماشین قرار داده شده" یا این که "تشخیص دهنده‌ی فاصله لیزری یک شیء را در فاصله یک متری نشان می‌دهد"، باشد. تصمیم نیز می‌تواند به طور مثال این باشد که "شخصی در صحنه حضور دارد" یا این که "۱۴ سلول تومور در این اسلاید وجود دارد". یک نمایش جدید نیز می‌تواند به معنی تبدیل یک تصویر رنگی به سیاه و سفید و یا حذف حرکت دوربین از یک مجموعه تصاویر باشد.

از آن جا که ما مخلوقات بی‌هستیم، شاید به نظر برسد که کارهای بینایی ماشین، ساده هستند. مثلاً تشخیص یک ماشین در یک تصویر چقدر می‌تواند سخت باشد. احساس اولیه شما می‌تواند بسیار گمراه کننده باشد. چرا که مغز انسان سیگنال بینایی را به چند کانال تقسیم می‌کند که انواع مختلفی از اطلاعات را به مغز منتقل می‌سازد. همچنین مغز دارای سامانه‌ای است که قسمت‌های مهم یک تصویر را برای مطالعه تشخیص می‌دهد، در حالی که دیگر قسمت‌ها نیز بررسی می‌شوند. در جریان بینایی پس خورد بزرگی وجود دارد که هنوز به خوبی شناخته نشده است. همچنین ورودی‌های مربوطه‌ی زیادی از حسگرهای کنترل ماهیچه و دیگر حواس وجود دارند که اجازه می‌دهند مغز از تجربه‌ی سال‌های گذشته زندگیش استفاده کند. حلقه‌های پس خورد در مغز به همه مراحل پردازش شامل خود حسگرهای سخت افزاری چشم‌ها برمی‌گردند که به صورت مکانیکی نور داخل عنبیه را کنترل و درک سطح شبکه را هماهنگ می‌سازند.

در مقابل در یک سامانه‌ی بینایی ماشین، یک کامپیوتر، شبکه‌ای از اعداد را از دوربین یا دیسک دریافت می‌کند. برای بسیاری قسمت‌ها، نه تشخیص الگوی درونی، نه کنترل فوکوس خودکار پنجره و نه هیچ تناظر متقابل با سال‌ها تجربه وجود ندارد. برای بسیاری قسمت‌ها، سامانه‌های بینایی هنوز نسبتاً کودک هستند.

شکل زیر یک اتومبیل را نشان می‌دهد. در این تصویر، ما یک آینه بغل را در سمت راننده می‌بینیم. اما چیزی که کامپیوتر می‌بیند، تنها شبکه‌ای از اعداد است. هر عدد داده شده در این شبکه، مقدار نسبتاً بزرگی نويز دارد به طوری که به تنهایی اطلاعات کمی به ما می‌دهد. اما این اعداد، همه‌ی آن چیزی است که کامپیوتر می‌بیند. کار ما بعد از این، تبدیل این شبکه نويزی اعداد به مفهوم "آینه‌ی جانبی" است.



But the camera sees this:

194	210	201	212	199	213	215	195	178	158	182	209
180	189	190	221	209	205	191	167	147	115	129	163
114	126	140	188	176	165	152	140	170	106	78	88
87	103	115	154	143	142	149	153	173	101	57	57
102	112	106	131	122	138	152	147	128	84	58	66
94	95	79	104	105	124	129	113	107	87	69	67
68	71	69	98	89	92	98	95	89	88	76	67
41	56	68	99	63	45	60	82	58	76	74	65
20	41	69	75	56	41	51	73	55	70	63	44
50	50	57	69	75	75	73	74	53	68	59	37
72	59	53	66	84	92	84	74	57	72	63	42
67	61	58	65	75	78	76	73	59	75	69	50

حقیقت مسئله‌ای که تا اینجا با آن روبه‌رو شده‌ایم، بدتر از دشوار بوده و اساساً غیرقابل حل است. با در اختیار داشتن یک نمای دوبعدی از یک جهان سه‌بعدی، هیچ راه منحصر به فردی برای ساخت مجدد سیگنال سه بعدی وجود ندارد. تصویر دوبعدی مشابه می‌تواند نشانگر حالت‌های مختلف از صحنه‌های سه بعدی باشد حتی اگر داده کامل باشد. با این حال همانطور که قبلاً اشاره شد، داده همراه با نویز و اعوجاجاتی است؛ این اعوجاجات، از تغییرات طبیعی (همچون آب و هوا، نور، انعکاسها، جابه‌جایی‌ها) نواقص لنز و چیدمان مکانیکی، زمان کامل‌سازی محدود حسگر (ماتی ناشی از حرکت) نویز الکتریکی در حسگر یا دیگر قطعات الکترونیکی و مصنوعات ناشی از فشرده‌سازی پس از گرفتن عکس ناشی می‌شود. با وجود این چالش‌ها چگونه می‌تواند پیشرفتی صورت گیرد؟

در طراحی یک سامانه‌ی عملی، اطلاعات زمینه‌ای دیگر می‌توانند برای کار با محدودیت‌هایی که حسگرهای بصری به ما تحمیل می‌کنند، مورد استفاده قرار گیرند. به طور مثال یک ربات متحرک را در نظر بگیرید که بایستی در یک ساختمان، منگنه‌هایی را پیدا کرده و بردارد. ربات، ممکن است از این واقعیت استفاده کند که یک میز، شیء است که داخل ادارات پیدا می‌شود و منگنه‌ها معمولاً روی میز یافت می‌شوند که این یک مرجع اندازه‌ی ضمنی است. منگنه‌ها باید بتوانند روی میز جا بگیرند. این، همچنین کمک می‌کند تا منگنه‌هایی که در مکان‌های غیر معمول مثلاً روی سقف یا پنجره تشخیص داده می‌شوند، حذف شوند. ربات می‌تواند به راحتی برخی اشیاء دیگر به شکل منگنه را که روی میز قرار نمی‌گیرند، نادیده بگیرد، زیرا این اشیاء فاقد زمینه‌ی چوبی یک میز هستند. در کارهایی از قبیل بازیابی تصویر، تصاویر منگنه موجود در پایگاه داده ممکن است تصاویری باشند که در آنها اندازه منگنه‌ها کاملاً عادی بوده و به طور ضمنی فاقد برخی چیدمان‌های ممکن باشند. یعنی احتمالاً عکاس تنها از منگنه‌های واقعی با اندازه عادی عکس می‌گیرد. همچنین، اشخاص معمولاً تمایل دارند در هنگام عکس برداری، اشیاء را در مرکز و در جهت‌های مشخصی قرار دهند. بنابراین، اغلب مقداری اطلاعات ضمنی غیر عمدی در تصاویر گرفته شده توسط افراد وجود دارد.

اطلاعات زمینه‌ای می‌تواند به صورت ضمنی با تکنیک‌های بینایی ماشین مدل شود. متغیرهای پنهان مثل اندازه، جهت و دیگر اطلاعات می‌توانند با مقادیرشان در یک مجموعه آموزشی برچسب خورده قرار داده شوند. یا به عنوان گزینه‌ای دیگر، یک شخص ممکن است بخواهد متغیرهای کمکی پنهان را با استفاده از حسگرهای دیگری اندازه بگیرد. استفاده از یک فاصله‌یاب لیزری برای اندازه‌گیری عمق، به ما اجازه می‌دهد تا به صورت دقیق اندازه شیء را به دست آوریم.

عمل یا تصمیمی که بینایی ماشین برپایه اطلاعات دورین اتخاذ می‌کند، در قالب یک هدف مشخص یا یک کار است. ممکن است بخواهیم نویز یا آسیبی را از یک تصویر حذف کنیم یا سامانه امنیتی داشته باشیم که اگر شخصی خواست از یک مانع بالا رود، اخطار دهد یا یک سامانه نظارت که تعداد افرادی که از یک ناحیه در یک پارک تفریحی عبور می‌کنند را بشمارد. نرم‌افزار بینایی برای ربات‌هایی که در ساختمان‌های اداری می‌گردند، استراتژی متفاوتی نسبت به نرم‌افزار بینایی برای دورین‌های امنیتی ثابت اعمال می‌کند، زیرا این دو سامانه زمینه‌ها و اهداف بسیار متفاوتی دارند. به عنوان یک قانون کلی، هر چه محدودیت یک زمینه بینایی ماشین بیشتر باشد، بیشتر می‌توان روی این محدودیت‌ها برای ساده‌سازی مسئله تکیه کرد و راه حل نهایی نیز بسیار مطمئن‌تر خواهد بود.

## کاربردها

بسیاری از دانشمندان علوم رایانه و برنامه‌نویسان برنامه‌های کاربردی، از برخی نقش‌های بینایی کامپیوتر آگاهند. اما تعداد کمی از همه‌ی کاربردهای بینایی کامپیوتر اطلاع دارند. برای مثال، خیلی‌ها از کاربرد آن در نظارت تصویری آگاهی دارند. همچنین، بسیاری نیز از افزایش استفاده آن برای تصاویر و ویدئو در وب باخبرند. اما شمار اندکی، کاربردهای بینایی ماشین در واسط‌های بازی را دیده‌اند. هنوز تعداد کمی درک، استفاده‌ی زیادی (Google Street View مثلاً در) می‌کنند که تصاویر فضایی و تصاویر نقشه خیابان از روش‌های تنظیم دوربین و تکنیک‌های چسباندن تصویر می‌کنند. برخی افراد از کاربردهای آن در کنترل اما تعداد کمی می‌دانند که بینایی ماشین تا امنیت، وسایل نقلیه بدون سرنشین، یا تحلیل‌های پزشکی آگاهند چه حد در تولید می‌تواند استفاده شود. به طور کلی در تولید انبوه و خودکار هرچیزی، بایستی در نقاطی از خط تولید، محصول را با استفاده از تکنیک‌های بینایی ماشین مورد بازرسی قرار داد.

### استفاده از بینایی ماشین برای کنترل هوشمند ترافیک



با توجه به افزایش روز افزون حمل و نقل شهری و جاده‌ای، کنترل و نظارت بر ترافیک آن نیز اهمیت بیشتری یافته است که با توجه به گستردگی سیستم حمل و نقل بسیار دشوار است. به همین دلیل نیز استفاده از دوربین‌های کنترل ترافیک به عنوان یکی از راه حل‌های ساده و کم هزینه برای نظارت و مدیریت ترافیک مورد توجه قرار گرفته است. اما مشکل اصلی در استفاده از دوربین، وابستگی آن‌ها به اپراتوری است



که مرتب در حال نظارت بر این دوربین‌ها می‌باشد. بر این اساس نیز بهره‌گیری از روش‌های هوشمند می‌تواند اثر بالایی در کاهش هزینه‌ها و نیروی انسانی داشته باشد.

مثال ساده این دوربین‌ها، دوربین‌هایی هستند که در ورودی محدوده طرح ترافیک شهر تهران نصب شده‌اند. تصور کنید اگر به ازای هر کدام از این دوربین‌ها قرار بود یک نیروی انسانی ورود خودروهای متخلف را ثبت علاوه بر این، حتی با بنابراین به صدها نفر برای کنترل تردد خودروها به محدوده ترافیک نیاز بود. کند فرض استفاده از یک نیروی انسانی برای هر کدام از دوربین‌ها، سرعت تردد خودروها به اندازه‌ای است که انسان قادر به ثبت پلاک تمامی خودروهای در حال تردد نیست. در صورتیکه با استفاده از دوربین هوشمند می‌توان عملیات ثبت تردد خودروها را به صورت خودکار و از طریق یک نرم‌افزار هوشمند برای ثبت پلاک خودرو انجام داد. مزیت این روش در مقایسه با روش استفاده از نیروی انسانی علاوه کاهش هزینه‌ها باعث افزایش دقت نیز خواهد شد.

در کاربردهای پیشرفته‌تر، از دوربین‌های کنترل ترافیک می‌توان برای شناسایی رخدادها نیز بهره گرفت. این رخدادها می‌تواند شامل تخلفات رانندگی مانند سبقت غیرمجاز و عبور از چراغ قرمز باشد. همچنین رخدادهای دیگری مانند تصادفات رانندگی و اطلاع پلیس از محل وقوع تصادف از دیگر نمونه‌های این کاربرد است. از پروژه‌های در حال اجرای دیگر می‌توان به سیستم شناسایی نوع خودروها و شمارش آن‌ها به منظور تخمین حجم ترافیک اشاره کرد.

*استفاده از بینایی ماشین در دوربین‌های نظارتی*



امروزه استفاده از دوربین‌های نظارتی برای کنترل تردد افراد توسعه فراوانی یافته است. دوربین‌هایی که در اماکن عمومی نصب می‌شوند تا عبور و مرور افراد را زیر نظر بگیرند. هرچند این دوربین‌ها فرآیند نظارت را بسیار آسان‌تر کرده‌اند اما با این حال نیازمند نیروی انسانی کافی برای بررسی تصاویر دوربین‌ها هستیم و این دوربین‌های هوشمند دوربین‌هایی هستند که وابستگی آن‌ها به نیروی مساله خود هزینه بالایی دربر دارد انسانی بسیار پایین است. بنابراین هر اپراتور در مقایسه با دوربین‌های معمولی قادر به مدیریت تعداد بیشتری از دوربین‌های هوشمند است.

در یک کاربرد خانگی فرض کنید شما برای کنترل تردد خودروها در پارکینگ خود یک دوربین نظارتی نصب کرده‌اید. ویژگی این دوربین‌ها این است که تصویر دریافتی را بسته به ظرفیت سیستم مرکزی آن تا مدت‌ها ذخیره می‌کند. اما مشکل اساسی در این است که تصاویر ضبط شده بیشتر شامل مواردی است که هیچ بنابراین شما ترددی در پارکینگ صورت نگرفته و این مساله باعث افزایش حجم اطلاعات می‌شود این مشکل زمانی بزرگتر می‌شود که شما محدوده زمانی کمتری را در سیستم مرکزی خود ذخیره خواهید کرد قصد بازیابی این تصاویر را داشته باشید. در این صورت باید وقت زیادی را صرف کنید تا قسمت‌هایی را که در آن ترددی در پارکینگ صورت گرفته است پیدا کرده و بازیابی کنید. در مقابل استفاده از دوربین هوشمند این امکان را به شما می‌دهد که ذخیره تصاویر تنها در زمان‌هایی صورت در این حالت دوربین زمان و تاریخ این رویداد و بگیرد که در دامنه دید دوربین تحرکاتی صورت گرفته باشد تصاویر ذخیره شده مربوط به آن را به صورت جداگانه بایگانی خواهد کرد. در این صورت علاوه بر کاهش چشمگیر میزان تصاویر ذخیره شده، بازه بیشتری از تاریخچه اطلاعات در سیستم مرکزی شما قابل نگهداری است. و در صورتی که قصد بازیابی تصاویر را داشته باشید تنها کافیست در یک لیست حاوی اتفاقات رخ داده تاریخ زمان مورد نظر را انتخاب کنید تا تصاویر مربوط به آن رویداد نمایش داده شود.



#### - (Surface inspection) بررسی و کنترل کیفیت سطوح

یکی از اشکالاتی که معمولا در حین تولید محصولات مانند شیشه، پلاستیک، پارچه و کاغذ بروز می‌کند، وجود یک نقص یا خرابی در سطوح محصول است. مانند وجود حباب هوا در صفحات شیشه‌ای و پلاستیکی و خرابی در بافت پارچه. سرعت بالای خطوط تولیدی در این محصولات باعث می‌شود حتی با حضور اپراتور نیز بعضا قادر به تشخیص این اشکالات نباشند و بعد از رسیدن به دست مصرف‌کننده مجبور به برگشت و تعوض محصولات هستند که این موضوع هزینه زیادی را به تولید کنندگان تحمیل می‌کند. به همین دلیل نیز در خطوط تولید این محصولات معمولا دوربین‌هایی قرار داده می‌شود تا بر تولید محصول نظارت کنند و محصولات معیوب را از خط خارج شود.

#### - (Shape and dimension checks) کنترل شکل و ابعاد

دقت در شکل و ابعاد بعضی از محصولات اهمیت بسیار بالایی دارد. به عنوان نمونه قطعات مورد استفاده در بسیاری از دستگاه‌ها تنها در یک ابعاد مشخصی قابل استفاده و نصب بر روی آن‌ها هستند. همچنین فرآیند تولید گاهی قطعات دچار تغییر شکل می‌شوند، در این حالت نیز باید با استفاده از یک سیستم هوشمند نمونه‌های معیوب را از سایر نمونه‌ها تفکیک کرد.

این موضوع در بعضی از صنایع مانند صنایع خودروسازی بسیار پر اهمیت است تا جایی که قطعه‌سازان خودروپی سالانه هزینه‌های بسیار بالایی را به کارشناسان بازرسی می‌پردازند که بر خطوط تولیدی آن‌ها نظارت داشته باشند.



### - (Identification by codes, characters etc) تشخیص قطعه بر اساس شکل یا کد

یکی از مشکلاتی که در تولید محصولات پیچیده وجود دارد، تنوع قطعات مورد استفاده در ساخت آن‌ها است. در این حالت معمولاً چندین قطعه مختلف باید در یک بسته قرار گرفته تا در بخش بعدی مونتاژ شوند. در خطوط تولید قدیمی‌تر معمولاً از نیروی انسانی برای جمع‌آوری این قطعات استفاده می‌شد اما در خطوط تولید امروزی با توجه به سرعت بالای تولید، این امر بسیار دشوار و گاهی غیرممکن است بنابراین استفاده از بینایی ماشین بر شناسایی قطعات بر اساس شکل و یا کد مندرج روی بدنه آن‌ها به عنوان یک راهکار مناسب مورد توجه قرار گرفته است.

### - (Completeness checks) کنترل تمامیت

در بعضی موارد مانند تولید محصولاتی که به صورت مایع در ظروف تزریق می‌شوند (نوشیدنی‌ها، داروها و...) نیاز به کنترل مقدار مایع تزریق شده در ظرف است تا در صورت مشکل در میزان تزریق از رده خارج شوند. این مساله به خصوص در کاربردهای دارویی بسیار مهم است. مثال دیگر این کاربرد کنترل صفحات قرص است. بدین معنا که تمامی حفره‌های آن پر شده باشند و صفحات به صورت ناقص تولید نشوند.

مزایای بازرسی صنعتی با استفاده از بینایی ماشین

استفاده از نیروی انسانی به منظور کنترل کیفیت علاوه بر داشتن هزینه همواره با خطاهای انسانی روبرو بوده است. خطاهایی که ناشی از خستگی یا بی‌دقتی اپراتور رخ می‌دهد و گاهی می‌تواند باعث خسارت‌هایی در تولید و حتی کاهش رضایت مشتری‌ها شود. ویژگی کامپیوتر این است که هیچ کدام از عوامل مذکور اثری در دقت آن ندارد. و تنها با یک هزینه نگهداری بسیار پایین در مقایسه با هزینه لازم برای نظارت انسانی می‌توان یک سیستم کنترل کیفیت مطمئن در اختیار داشت.

سرعت کنترل کیفیت با روش‌های متکی بر نیروی انسانی بسیار پایین‌تر از روش‌های مبتنی بر بینایی ماشین است. تا آنجا که در برخی از موارد چنین نظارت‌هایی با توجه به سرعت بالای خطوط تولید قابل استفاده نیست. به عنوان نمونه سرعت خط تولید یک پارچه به حدی بالا است که این اجازه را به اپراتور نمی‌دهد که بتواند از طریق چشم وجود اشکال در بافت پارچه را متوجه شود. در حالی که با استفاده از روش‌های بینایی ماشین و بکارگیری دوربین‌های سرعت بالا، این امر امکان پذیر است.

گاهی در مواردی ویژگی‌های خطوط تولید به شکلی هستند که استفاده از انسان برای نظارت صنعتی بسیار پر خطر خواهد بود. در این موارد ریسک استفاده از نیروی انسانی بسیار بالا بوده و علاوه بر این تامین امنیت اپراتور نیازمند تجهیزات گران قیمتی است. در حالی که بکارگیری بینایی ماشین در این موارد بسیار امن‌تر و کم هزینه‌تر است.

## - پروژه

### - مقدمه

در این پروژه قرار است که سیستم ما بتواند بین ۱۰ گونه مختلف از میوه ها جداسازی را انجام دهد بدین گونه که میوه ها به ترتیب روی خط نقاله قرار داده شده اند و به سمت دورین عکسبرداری نزدیک میشوند در این هنگام دورین از هر میوه یک عکس میگیرد و تصویر به **cpu** داده میشود تا با پردازش روی آن تشخیص دهد که این تصویر متعلق به چه نوع میوه ای است.

سپس نتیجه پردازش به سیستم ربات جداساز داده میشود تا هر نوع میوه را به سمت جایگاه مخصوص خود هل دهد یا اینکه میتواند یک نوع میوه خاص را از بقیه تمایز دهد و هر میوه غیر از آن را جدا میکند تا میوه ی دیگری وارد نشود.



### - پروژه

این سیستم از ۳ قسمت اصلی تشکیل شده است:

۱- دورین

۲- سیستم پردازشگر

۳- ربات جداساز

۱- دوربین

۲- پردازشگر



برای انتخاب دوربین و پردازشگر دو گزینه است:

#### ۱- CMUCAM5

از CMUCAM5 می‌توان به عنوان پردازنده تصویر و همچنین کنترل کننده اصلی روبات استفاده نمود. دوربین CMUCam5 که بر پایه پردازنده ARM7TDMI بنا نهاده شده است یک دوربین دارای پردازنده داخلی و با قابلیت برنامه‌ریزی می‌باشد. پردازشگر اصلی از نوع فیلپس LPC2106 می‌باشد که به یک ماژول دوربین Omni از نوع CMOS متصل است. به کمک GNU toolchain برنامه دلخواه به زبان PYTHON می‌توان نوشت که وجود انواع مثال و Library با کد قابل دسترس این امر را ساده‌تر نموده است. به کمک سریال پورت و بدون نیاز به سخت افزار دیگر برنامه قابل اجرا را می‌توان به برد منتقل نمود.

#### ۲- دوربین رنگی OV7670 و میکروکنترلر AT91S

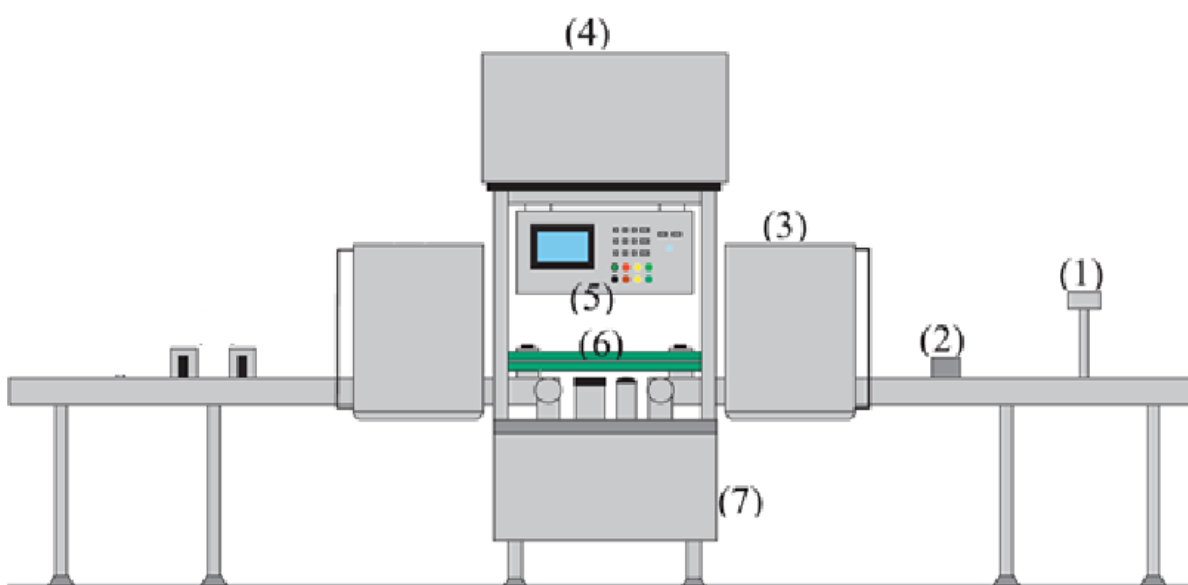


در اینجا دوربین و پردازشگر جدا از هم هستند که دوربین آن حساسیت کمی به نویز دارد و دارای قابلیت تصویربرداری با سرعت ۳۰ فریم بر ثانیه است و مناسب پروژه های بینایی ماشین است و پردازشگر آن که از نوع ARM هست را بوسیله MICROPYTHNE برنامه ریزی میکنیم .

### ۳-ریات

در قسمت جداسازی ۱۰ سبد قرار داده میشود و احتیاج به ۱۰ بازوی ربات است که سیستم پردازشگر هر موقع ورودی را دید و تشخیص داد که چه نوع میوه ای است به بازوی ربات معین هر میوه دستور میدهد تا بازو با حرکت خود میوه را به سمت سبد بیاندازد در این حال جداسازی میوه ها صورت میگیرد.

شماتیک کلی:



۱- اعلان وجود میوه

۲- میوه مورد نظر

۳- محل تصویربرداری و جایگاه دوربین

۴- سیستم پردازشگر

۵- مانیتور

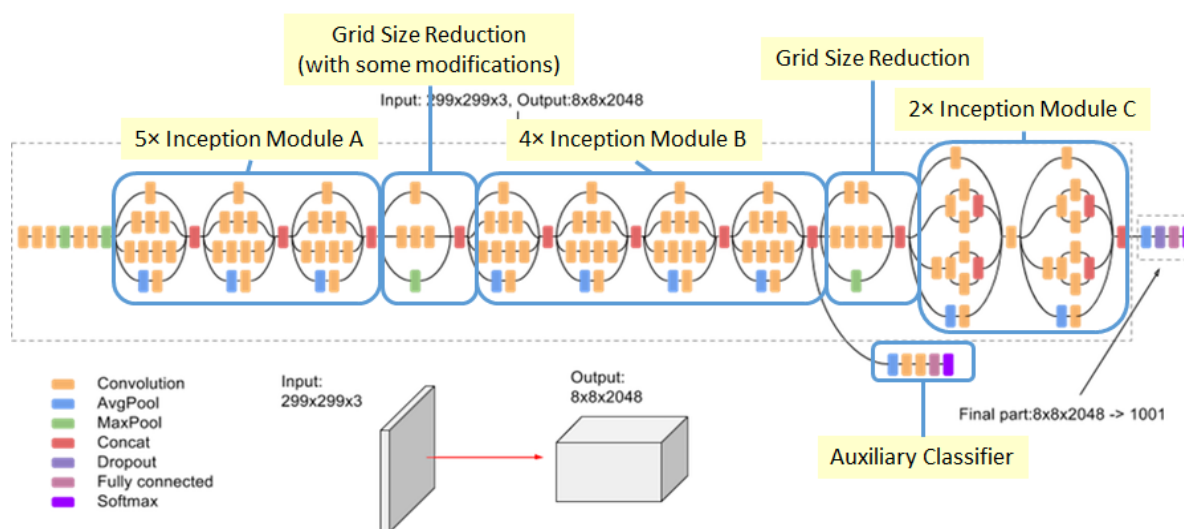
۶- ربات

۷- سبد

## -نحوه پردازش و تشخیص میوه و کد آن

در این پردازش از شبکه های عصبی کانولوشنی استفاده میشود که به شدت در طبقه بندی اجسام کارآمد بوده است.

برای آموزش این شبکه از فناوری **TRANSFER LEARNING** از **INCEPTION V3** استفاده میشود که بدین معناست که یک شبکه آموزش داده شده با ۴۲ لایه عمیق و ۲۱ میلیون پارامتر که بر روی ۱۵ میلیون تصویر آموزش داده شده است که بصورت آماده موجود است. این شبکه دارای ۱۰۰۰ گروه مختلف است که دقت بسیار بالایی دارد.



تعداد داده تست ۲۱۳ عکس در ۶ گروه مختلف است:

۱- سیب

۲- پرتقال

۳- توت فرنگی

۴- موز

۵- انگور

۶- لیمو

در این شبکه که از پایه اصلی شبکه **inception v3** استفاده شده لایه **full-connected Dense** شبکه حذف و بجای آن از دولایه دیگر که اولی دارای ۵۱۲ نرون و دیگری دارای ۶ نرون برای دسته بندی است استفاده شده است.

در آموزش شبکه بدلیل کمبود تصویر از روش **augmentation** استفاده شده است.



## -کد ساخت شبکه

```
: import cv2
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras import layers
from tensorflow.keras import models

: from tensorflow.keras.applications.inception_v3 import InceptionV3

pre_trained_model = InceptionV3(input_shape = (150, 150, 3),
                                include_top = False)
```

```
for layer in pre_trained_model.layers:
    layer.trainable = False
```

```
last_layer = pre_trained_model.get_layer('mixed7')
```

```
last_output = last_layer.output
```

```
from tensorflow.keras.optimizers import RMSprop
```

```
x = layers.Flatten()(last_output)
x = layers.Dense(512, activation='relu')(x)
x = layers.Dropout(0.2)(x)
x = layers.Dense (6, activation='softmax')(x)
from tensorflow.keras import Model
model = Model( pre_trained_model.input, x)
```

```
model.compile(loss = 'categorical_crossentropy', optimizer='rmsprop', metrics=['accuracy'])
```

## -قرار دادن تصاویر و augmentation

```
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator
train_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    rotation_range=40,
    width_shift_range=0.2,
    height_shift_range=0.2,
    shear_range=0.2,
    zoom_range=0.2,
    horizontal_flip=True,
    fill_mode='nearest')
data=train_datagen.flow_from_directory(
    'F:/data/fruits/FIDS30',
    target_size=(150,150),
    batch_size=10)
```

-/موزش شبكه

```
s=model.fit_generator(  
data,  
steps_per_epoch=21,  
epochs=40)
```

-/ارزيابي عملكره شبكه

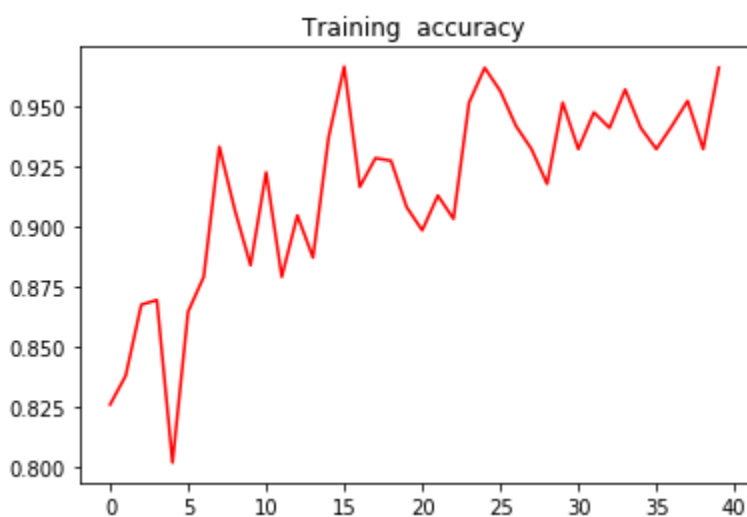
```
: import matplotlib.pyplot as plt  
acc = s.history['acc']  
loss = s.history['loss']  
  
epochs = range(len(acc))  
  
plt.plot(epochs, acc, 'r', label='Training accuracy')  
plt.figure()  
  
plt.show()
```

-/دريافت تصوير و انجام پردازش و دستور فرمان به ربات

```
: import numpy as np  
from tensorflow.keras.preprocessing import image  
  
inpt=pincam  
  
img = image.load_img(pincam, target_size=(150, 150))  
x = image.img_to_array(img)  
x = np.expand_dims(x, axis=0)  
  
classes = model.predict(x)  
pin(classes)=1
```

-نتایج

منحنی دقت شبکه پس از هر epoch



-منحنی خطای شبکه پس از هر epoch



همانطور که مشاهده میشود دقت شبکه رو به افزایش و خطای شبکه رو به کاهش است و میزان دقت شبکه ۹۶/۲۵٪ و مقدار خطای آن ۰/۲۱ است که مقدار خیلی خوبی است که البته با افزایش تعداد تصویر این مقدار دقت قابل افزایش است.  
پس در اینجا شبکه ما به خوبی کار کرده و عملکرد مطلوبی را داشته است.

## -نتایج

این سیستم در کارخانه ها و خط تولید هایی میتواند مورد استفاده قرار گیرد که سرعت خط تولید بالا و احتیاج به دقت بالایی است . به هر حال چون این سیستم کاملاً ماشینی است نیاز به نیروی انسانی را کاهش میدهد و از هزینه ها می کاهد و کیفیت بازرسی را بالا می برد.

این مثال , کاربرد کوچکی از بینایی ماشین است که قطعاً کاربرد های بهتری در صنعت موجود است که توجیه اقتصادی تری برای استفاده از این سیستم به ارمغان می آورد.