بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی کامپیوتر

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی کامپیوتر

عنوان:

افزایش کارایی در پیاده‌سازی الگوریتم شناسایی اشیا با استفاده از تکنیک‌های موازی‌سازی

استاد راهنما:

دکتر حسین ابراهیم‌پور کومله

استاد مشاور:

دکتر سید مرتضی بابامیر

به‌وسیله:

اعظم اصیلیان بیدگلی

بهمن‌ماه ۹۰

بسمه تعالی

تاریخ:
شماره:
پیوست:

دانشگاه کاشان
دانشکده مهندسی

مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو : اعظم اصیلیان بید گلی **شماره دانشجویی:** ۸۸۱۳۵۸۰۲۰۱

رشته : مهندسی کامپیوتر **دانشکده :** مهندسی

عنوان پایان نامه : افزایش کارآیی و پیاده سازی الگوریتم شناسایی اشیا با استفاده از تکنیک های موازی سازی

تعداد واحد پایان نامه ۶ واحد **تاریخ دفاع :** ۹۰/۱۱/۲۵

این پایان‌نامه به مدیریت تحصیلات تکمیلی به منظور بخشی از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد ارایه می‌گردد. دفاع از پایان نامه در تاریخ ۹۰/۱۱/۲۵ مورد تایید و ارزیابی هیات داوران قرار گرفت و با نمره ۱۹/۷ (نوزده و هفت صدم) و مرجه عالی به تصویب رسید.

اعضاء هیات داوران

عنوان	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱. استاد راهنما	دکتر حسین ابراهیم پور	استادیار	
۲. استاد مشاور	دکتر سید مرتضی بابامیر	استادیار	
۳.متخصص وصاحب نظر از داخل دانشگاه	دکترعلیرضا فرجی	استادیار	
٤.متخصص وصاحب نظر از خارج دانشگاه	دکتر سید امیر حسن منجمی	دانشیار	۹۰/۱۱/۲۱
٤.ناظر تحصیلات تکمیلی دانشگاه	دکتر سید احسان روزمه	استادیار	

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه
دکتر ابراهیم نعمتی لای

...شان - بلوار قطب راوندی
۸۷۳۱۷-۵۱۶۷
۵۵۵۱۲...

تقدیم به:

مادرم،

دریای بیکران فداکاری و عشق که

وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

پدرم

که به من آموخت

چگونه در عرصه زندگی ایستادگی را تجربه نمایم

و به:

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه خستگی‌ام و امید بودنم که به من "توانستن" را یاد داد.

تشکر و قدردانی

حمد وسپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در این جا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار که درطول سالیان گذشته مرا در تحصیل علم و معرفت و فضائل اخلاقی یاری نموده‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر ابراهیم‌پور که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نموده‌اند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

همچنین از تشریک مساعی آقای دکتر فرجی بعنوان داور داخل دانشگاه و آقای دکتر منجمی به عنوان استاد داور مدعو خارج از دانشگاه که این پایان نامه را مورد مطالعه قرار داده و درجلسه دفاعیه شرکت نموده‌اند تشکر می-نمایم.

در پایان از ناظر محترم تحصیلات تکمیلی دانشگاه دکتر روزمه و استاد مشاور دکتر سید مرتضی بابامیر سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده:

پردازش تصویر و بینایی ماشین از علوم پرکاربرد در شاخه علوم رایانه می‌باشد. سامانه بینایی ماشین تصاویری از محیط اطراف خود گرفته و با تحلیل آن‌ها تعیین می‌کند که چه می‌بیند. یکی از معروف‌ترین روش‌های بازشناسی اشیا، هسته تطبیق هرمی مکانی است. هسته تطبیق هرمی مکانی به همراه ماشین بردار پشتیبان از دقت خوبی در بازشناسی اشیا برخوردار است. این روش علاوه بر دقت، مطلوبیت بالایی در بین محققان در این زمینه دارد. اما مراحلی که معمولا در سامانه‌های بازشناسی اشیا از جمله ایجاد هسته تطبیق هرمی مکانی انجام می‌گیرد زمان‌گیر و دارای محاسبات زیاد هستند. تلاش در استخراج ویژگی‌هایی از کل تصاویر یک پایگاه داده و تحلیل این ویژگی‌ها برای به کار بردن آن در این سامانه می‌تواند بسیار زمان‌گیر باشد. بنابراین موازی‌سازی الگوریتم کمک زیادی به کارایی آن خواهد کرد. جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB یکی از مفیدترین ابزار در این زمینه خواهد بود. در این پایان‌نامه بعد از تحقیق روی روش‌های مختلف بازشناسی اشیا سعی شده است با استفاده از این ابزار، الگوریتم‌های تشکیل هسته تطبیق هرمی مکانی و الگوریتم تشخیص اشیا در تصاویر بر اساس روش معروف وایولا- جونز به صورت موازی پیاده‌سازی شوند. اجرای موازی الگوریتم روی کلاستری از رایانه‌ها انجام شده است و بسته به تعداد پردازنده‌ها و هسته‌های هر پردازنده تا چندین برابر سرعت را در پی خواهد داشت که ما در این پیاده‌سازی به حداکثر ۱۵ برابر سرعت در محاسبه هسته تطبیق هرمی مکانی و ۱۹ برابر در الگوریتم تشخیص اشیا با استفاده از ۵ رایانه با پردازنده های Quad دست یافتیم. در این پیاده سازی به جای اجرای کل الگوریتم توسط یک رایانه هر یک از آن‌ها وظیفه اجرای بخشی از الگوریتم را بر عهده خواهند داشت. همچنین با ارائه راه‌حل‌هایی سعی شده است ارتباطات بین نودهای کلاستر-که همواره یکی از مشکلات روش‌های موازی سازی است- کمترین هزینه را برای انتقال داده در پی داشته باشد.

کلمات کلیدی:

بینایی ماشین، بازشناسی اشیا، هسته تطبیق هرمی مکانی، محاسبات موازی، جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB. ماشین بردار پشتیبان، ویژگی محلی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه ۱

1 دسته‌بندهای مورد استفاده در بازشناسی اشیا ۵

۱.۱ مقدمه ۵

۱.۲ نزدیکترین همسایگی ۵

۱.۳ ماشین بردار پشتیبان ۷

۱.٤ درخت تصمیم ۱۲

۱.۵ روش‌های ترکیب طبقه‌بندها ۱٦

۱.۵.۱ Bagging ۱٦

۱.۵.۲ Boosting ۱۷

۱.۵.۳ استفاده از روش‌های ترکیب دسته بندها در شناسایی اشیا ۲۰

۲ استخراج ویژگی‌های مورد استفاده در بازشناسی اشیا ۲۶

۲.۱ مقدمه ۲٦

۲.۲ ویژگی‌های عمومی ۲٦

۲.۳ ویژگی‌های محلی ۲۷

۲.۳.۱ تشخیص‌دهنده‌های گوشه ۲۸

۲.۳.۲ تشخیص‌دهنده‌های حباب ۲۹
۲.۳.۳ نقاط برجسته ۳۱
۲.۳.٤ پیادهسازی کارآمد ۳۱
۲.٤ جمع بندی ۳۷
۳ روش‌های بازشناسی اشیا ۳۹
۳.۱ مقدمه ۳۹
۳.۲ انبان واژگان ٤۲
۳.۳ هسته تطبیق هرمی ٤۳
۳.۳.۱ هسته تطبیق هرمی مکانی ٤٥
۳.٤ روش‌های مبتنی بر جزء ٤۷
۳.٥ بررسی روشهای بازشناسی اشیا در تصاویر پایگاه داده Caltech ٤۹
٤ روش‌های موازی‌سازی الگوریتم‌ها ٥٦
٤.۱ مقدمه ٥٦
٤.۲ استفاده از پردازنده‌های گرافیکی ٥٦
٤.۳ موازی سازی روی سیستم‌های چند پردازنده‌ای ٥۸
٥ جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB ٦۰
٥.۱ مقدمه ٦۰
٥.۲ موارد استفاده از جعبه ابزار موازی MATLAB ٦۱
٥.۳ حلقه for موازی ٦۳
٥.٤ یک برنامه برای چندین داده (spmd) ٦٤

۵.۵ آرایه‌های توزیع شده ٦٥
۵.٦ طریقه برنامه نویسی کار در MATLAB ٦٧
۵.٦.١ کار توزیع شده ٧١
۵.٦.٢ کارموازی ٧١
۵.٧ نتیجه‌گیری ٧٢
۶ روش‌های پیشنهادی ۷۴
٦.١ مقدمه ٧٤
٦.٢ موازی سازی الگوریتم تشخیص اشیا بر پایه روش وایولا- جونز ٧٤
٦.٢.١ الف) استخراج ویژگی به صورت موازی ٧٤
٦.٢.٢ ب) الگوریتم AdaBoost به صورت موازی ٧٦
٦.٢.٣ نتایج آزمایشگاهی ٧٨
٦.٣ موازی سازی الگوریتم هسته تطبیق هرمی در بازشناسی اشیا ٨١
٦.٣.١ الگوریتم K-Means ٨٣
٦.٣.٢ مراحل پیاده‌سازی ٨٣
٦.٣.٣ نتایج آزمایشگاهی ٩٢
۷ نتیجه‌گیری ۱۰۵
۸ مراجع ۱۰۸

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- اعمال الگوریتم نزدیکترین همسایگی ۶

شکل ۱-۲- وجود طبقه‌بندهای مختلف برای جداسازی داده‌ها ۸

شکل ۱-۳ ماشین بردار پشتیبان غیرخطی ۱۰

شکل ۱-۴- درخت تصمیم دودویی و تقسیم فضای داده ۱۲

شکل ۱-۵- اجرای مراحل الگوریتمAdaBoost ۱۸

شکل ۱-۶- ویژگی‌هایی مستطیلی شبه هار ۲۱

شکل ۱-۷- نمونه‌ای از تصویر انتگرالی ۲۲

شکل ۱-۸- مراحل الگوریتم آبشاری با استفاده از AdaBoost ۲۴

شکل ۲-۱- اعمال تشخیص‌دهنده گوشه روی تصویر ۲۹

شکل ۲-۲- اعمال تشخیص‌دهنده حباب روی یک تصویر ۳۰

شکل ۲-۳- مراحل اجرای الگوریتم SIFT ۳۳

شکل ۲-۴- محاسبه نقاط کلیدی و حذف فروزندگی پایین ۳۴

شکل ۲-۵- توصیفگر SIFT ۳۵

شکل ۲-۶ روش SURF ۳۶

شکل ۲-۷- میزان تکرار پذیری تشخیص‌دهنده‌ها در شرا یط مختلف ۳۸

شکل ۳-۱- تفاوت دید در تصاویر ۴۰

شکل ۳-۲- تفاوت نور در تصاویر ۴۱

شکل ۳-۳- تفاوت Affine در تصاویر ۴۱

شکل ۳-۴- هرم توصیفگرهای SIFT ۴۳

شکل ۳-۵- هرم هیستوگرام‌ها در تابع تطبیق هرمی ۴۴

شکل ۳-۶- هرم هیستوگرام‌های هسته تطبیق هرمی مکانی ۴۷

شکل ۳-۷- ایجاد مدلی از تصاویر موتورسیکلت ۴۹

شکل ۳-۸- بازشناسی شی با سه نوع تابع هسته..... ۵۱
شکل ۳-۹- تشکیل درخت قطعات یک دسته در پایگاه داده ۵۲
شکل ۵-۱- تسریع الگوریتم Gene Regulation با استفاده از جعبه ابزار ۶۱
شکل ۵-۲- توزیع دادهها روی چندین نود ۶۶
شکل ۵-۳- پیکربندی محاسبات موازی درMATLAB ۶۷
شکل ۵-۴- تعامل بخش های مختلف با مدیر کار در جعبه ابزار محاسبات موازی..... ۶۸
شکل ۵-۵- پیکربندی جعبه ابزار محاسبات موازی با چندین مدیر کار ۶۹
شکل ۵-۶- مراحل انجام کار درMATLAB ۷۰
شکل ۶-۱- مقایسه زمان اجرای الگوریتم استخراج ویژگی در تشخیص اشیا..... ۸۰
شکل ۶-۲ مقایسه زمان اجرای الگوریتم AdaBoost..... ۸۰
شکل ۶-۳- مقایسه تسریع هردو بخش الگوریتم تشخیص اشیا ۸۱
شکل ۶-۴- مراحل اجرای الگوریتم K-Means ۸۳
شکل ۶-۵- مراحل اجرای کار شماره ۱ ..... ۸۶
شکل ۶-۶- الگوریتم چرخشی در ارسال داده بین کارگران..... ۹۰
شکل ۶-۷- مراحل اجرای الگوریتم کار شماره ۲ ..... ۹۱
شکل ۶-۸- پایگاه تصاویر Caltech101..... ۹۲
شکل ۶-۹- درصد کارایی روش هسته تطبیق هرمی در چند دسته Caltech101..... ۹۳
شکل ۶-۱۰- دقت روش‌های ارائه شده روی پایگاه داده Caltech101 ..... ۹۳
شکل ۶-۱۱- نمایی از مرکز مدیریت کار در جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB ۹۴
شکل ۶-۱۲- مقایسه دو روش در تعیین مراکز خوشه‌های الگوریتم K-Means..... ۹۶
شکل ۶-۱۳- نمودار زمان وتسریع الگوریتم K-Means به ازای تعداد تصاویر مختلف. ۹۶
شکل ۶-۱۴- زمان و تسریع استخراج ویژگی‌های SIFT برای الگورتیم K-Means.... ۹۷
شکل ۶-۱۵- نمودار درصد محاسبات در دو حالت تعداد تصاویر ۱۰۰ و۲۰۰..... ۹۸
شکل ۶-۱۶- مکانیزم انتقال داده بین کارگران در الگوریتم K-Means ۹۸

شکل ۶-۱۷- میزان زمان در دو حالت الحاقی و نوبت چرخشی ۹۹
شکل ۶-۱۸- میزان تسریع در دو حالت نوبت چرخشی و الحاقی ۱۰۰
شکل ۶-۱۹- ارتباط بین ۸ کارگر در دو روش الحاقی و نوبت چرخشی ۱۰۱
شکل ۶-۲۰- زمان کل اجرای الگوریتم کارشماره..... ۱۰۲
شکل ۶-۲۱- زمان اجرا و تسریع استخراج توصیفگرهای SIFT ۱۰۳
شکل ۶-۲۲ - زمان اجرا و تسریع تابع محاسبه هسته تطبیق هرمی مکانی ۱۰۴

فهرست جدول‌ها

جدول ۱- مقایسه تشخیصدهندههای مختلف..... ۳۷
جدول ۲- دوره حیات یک کار در MATLAB..... ۷۱
جدول ۳- تفاوت کار توزیع شده و موازی در MATLAB..... ۷۲
جدول ۴- پیکربندی کلاستر استفاده شده در موازی سازی الگوریتم تشخیص اشیا... ۷۹

مقدمه

با پیشرفت علم پردازش تصویر نیاز به سامانه‌های هوشمند بینایی ماشین بیش از پیش احساس می‌شود. بینایی ماشین یکی از زمینه‌های پرکاربرد در علم شناسایی الگو می‌باشد. سیستم بینایی ماشین عکس‌هایی از محیط پیرامون خود گرفته و با تحلیل آن‌ها مشخص می‌کند که چه چیزی می‌بینند. البته تفاوت‌های زیادی بین سیستم بینایی انسان و ماشین وجود دارد. یکی از تفاوت‌های آن در تعداد اشیایی است که می‌تواند تشخیص دهد بینایی انسان تا حدود ۳۰۰۰۰ دسته از اشیا را قادر به شناسایی است در صورتی که پایگاه داده‌هایی که برای شناسایی اشیا توسط سیستم‌های بینایی ماشین به کار گرفته می‌شود شامل بیش از هزار دسته نیستند. از دیگر ویژگی‌های سیستم شناسایی انسان نسبت به ماشین می‌توان به نیاز تعداد الگوهای نمونه کم اشاره نمود. ماشین برای شناسایی یک شی به صدها نمونه از پیش دیده نیاز دارد در حالیکه انسان با دیدن چند نمونه محدود و حتی یک نمونه از یک الگو قادر به شناسایی آن خواهد بود.

از کاربردهای سامانه‌های بینایی ماشین می‌توان به مواردی همچون جستجو بر اساس محتوا که یکی از موارد پرکاربرد در موتورهای جستجو می‌باشد، روندهای نظارتی و یا سعی در تشخیص رفتار انسان برای ارتباط آسان‌تر با رایانه و یا سایر دستگاه‌ها اشاره نمود. یافتن تصاویر مشابه یک تصویر در پایگاه داده‌ای بزرگ از تصاویر در اینترنت در کاربرد جستجو بر اساس محتوا جای می‌گیرد.

شناسایی الگو - از جمله بازشناسی اشیا- به طور کلی شامل دو مرحله استخراج

ویژگی‌هایی مناسب از تصویر (مانند یافتن نقاط مهم و کلیدی در تصاویر یک شی) و طبقه‌بندی الگو بر اساس این ویژگی‌هاست. البته هر یک از مراحل نام برده می‌تواند شامل پیش‌پردازش‌هایی نیز باشد. به عنوان مثال بعد از استخراج ویژگی‌ها از تصویر ممکن است برای استفاده از آن‌ها در یک دسته‌بند به منظور کارایی بهتر تغییراتی روی آن‌ها داده شود و یا حتی قبل از آنکه این ویژگی‌ها استخراج شوند پیش‌پردازش‌های روی تصاویر مانند حذف نویز انجام گیرد که البته این موارد در این پایان نامه مورد توجه نبوده است.

هر دو جنبه نام برده شده برای شناسایی یک الگو می‌تواند تاثیر به سزایی در نتیجه نهایی کار داشته باشد که در بخش‌هایی از پایان نامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. اما نکته قابل توجه در مورد کلیه روش‌هایی که به این منظور استفاده می‌شود زمان‌گیر بودن آن‌هاست. در مرحله استخراج ویژگی لازم است از هر تصویر به تعداد زیادی نقاط کلیدی استخراج شود و در ضمن این کار برای کل تصاویر باید تکرار شود. برای یک پایگاه داده با هزاران تصویر و حتی در مورد پایگاه داده‌های اینترنتی با میلیون‌ها تصویر این کار بسیار می‌تواند زمان‌گیر باشد. جدای از اینکه خود این الگوریتم‌ها معمولا دارای محاسبات زیاد و پیچیده هستند، که باید کل تصویر را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند.

در مورد مرحله دوم یعنی دسته‌بندی تصاویر کلیه این ویژگی‌های استخراج شده از مرحله قبل به یک سیستم یادگیری داده می‌شود تا با آموختن این ویژگی‌ها بتواند تصاویر بعدی که برای آزمایش به آن داده می‌شود شناسایی کند. آموختن میلیون‌ها ویژگی استخراج شده از مرحله آموزش و دسته‌بندی آن‌ها مرحله زمان‌گیر دیگری است که می‌تواند کارایی این گونه الگوریتم‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. به خصوص هنگامی که سیستم بازشناسایی اشیا یک سیستم بلادرنگ باشد. به عنوان مثال موتورهای جستجو که باید در زمان بسیار کوتاهی این مراحل را انجام داده و پاسخ کاربر را بدهند.

در این مواقع است که روش‌های موازی سازی می‌تواند به کمک سرعت پایین این الگوریتم‌ها آمده و با بهبود زمان اجرا، کارایی آن‌ها را افزایش دهند. از آنجا که افزایش سرعت پردازنده‌ها تا حدی دیگر امکان پذیر نخواهد بود باید به فکر استفاده از سیستم‌های

چندپردازنده‌ای و کلاستری از رایانه‌ها بود تا با استفاده بهینه از منابع موجود، مشکل سرعت پایین این گونه الگوریتم‌های پرکاربرد در زمینه بازشناسی اشیا را حل نمود. در سال‌های اخیر روی آوردن به مسئله موازی سازی به دلیل گستردگی و پیچیدگی بسیاری از مسائل که دارای محاسبات زیادی هستند از نکات قابل توجه می‌باشد. همچنین بسیاری سعی در ارائه روش‌های نوین در عرصه موازی سازی برنامه‌ها دارند به همین دلیل رویکردهای مختلفی در این زمینه وجود دارد که با استفاده از آن‌ها می‌توان به راحتی کدهای ترتیبی را تغییر داده و آن‌ها را بین هسته‌ها و رایانه‌های مختلف توزیع نمود.

از امکانات موجود برای موازی سازی الگوریتم‌ها می‌توان به جعبه ابزار محاسبات موازی در نرم افزار MATLAB اشاره نمود. به دلیل وجود محاسبات زیادی که معمولا در الگوریتم-های پردازش تصویر وجود دارد استفاده از زبان برنامه نویسی MATLAB بیش از زبان‌های برنامه نویسی دیگر در این زمینه مورد توجه خواهد بود. از این رو استفاده از جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB می‌تواند کمک زیادی به حل مشکل سرعت پایین الگوریتم‌های پردازش تصویر از جمله بازشناسی اشیا که این پایان‌نامه به آن پرداخته است کند.

جعبه ابزار موازی MATLAB امکان موازی‌سازی برنامه‌ها را برروی سیستم‌های چندپردازنده‌ای، کلاستری از انواع رایانه‌ها و همچنین پردازنده‌های گرافیکی فراهم می‌نماید. به این ترتیب می‌توان سرعت پردازش را برای این الگوریتم‌ها تا چندین برابر افزایش داد.

در این پایان نامه سعی شده است یکی از روش‌های پرکاربرد در زمینه بازشناسی اشیا که نسبت به بسیاری از روش‌های موجود نتایج خوبی نیز بدست آورده است با استفاده از جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB پیاده‌سازی شود. در این پیاده‌سازی با استفاده از توزیع و همزمان کردن بسیاری از بخش‌های الگوریتم روی تعداد زیادی از رایانه‌های چند هسته‌ای افزایش سرعت قابل توجهی بدست آمده است.

در این پیاده‌سازی تمامی پردازنده‌های رایانه‌هایی که در کلاستر قرار گرفته‌اند و به انجام موازی کارها کمک می‌کنند به خدمت گرفته شده‌اند تا به این ترتیب از کلیه منابع به نحو مطلوبی استفاده شود. روش استفاده شده نیز دارای بخش‌های مختلفی است که به طور مستقل

می‌توانند روی سیستم‌ها اجرا شده و سپس نتایج با یکدیگر ترکیب شود. همچنین سعی شده است تا حد امکان از انتقال داده غیر ضروری که همیشه یکی از معضلات روش‌های موازی سازی است جلوگیری شود تا افزایش سرعت را تحت تاثیر قرار ندهد.

در آزمایش الگوریتم موازی شده، از تصاویر اشیا در پایگاه داده Caltech101 استفاده شده است که در آن گروه‌های مختلفی از تصاویر اشیا وجود دارد. هدف در ابتدا آموزش این تصاویر و سپس یافتن دسته تصویر داده شده به سیستم خواهد بود.

ساختار پایان‌نامه

فصل اول و دوم به ترتیب به معرفی دسته‌بندها و ویژگی‌های استخراجی مهم مورد استفاده در بازشناسی اشیا می‌پردازند. همچنین بعضی از مقالاتی که از این دسته‌بندها و ویژگی‌ها استفاده نموده‌اند بررسی شده‌اند. فصل سوم برخی از روش‌های بازشناسی اشیا - از جمله روش مورد بحث در این پایان‌نامه - را معرفی می‌کند و به بررسی مقالات ارائه شده روی پایگاه داده Caltech101 پرداخته است. فصل چهارم موازی سازی کارها در پردازش تصویر را بیان می‌کند. فصل پنجم جعبه ابزار محاسبات موازی MATLAB را معرفی می‌کند و در فصل ششم پیاده‌سازی موازی و نتیجه آزمایشات این پیاده‌سازی مفصل شرح داده شده است در نهایت در فصل پایانی نتیجه‌گیری کلی از پایان‌نامه انجام گرفته است.

۱ دسته‌بندهای مورد استفاده در بازشناسی اشیا

۱.۱ مقدمه

دسته بند[۱] ابزاری است که با طراحی آن، فضای داده‌ها به نواحی مختلف که هر ناحیه متعلق به یک کلاس است تقسیم می‌شود. در دو دسته کلی طبقه‌بندهای خطی و غیرخطی وجود دارد. طبقه‌بند خطی در مسائلی طراحی می‌شود که الگوها با یک خط در فضای دو بعدی و یا صفحه در فضای سه بعدی و یا چند صفحه‌ای[۲] در فضاهای بالاتر قادر به جداشدن هستند.

داده‌های یادگیری[۳]: الگوهای نمونه‌ایی هستند که برای طراحی طبقه‌بند از آن‌ها استفاده می‌شود. کلاس این الگوها از قبل معین بوده و در واقع طبقه‌بند با یادگرفتن این الگوها می‌تواند الگوهای آزمایش[۴] را نیز به خوبی شناسایی کند.

مرحله یادگیری: مرحله طراحی طبقه‌بند است که در آن با استفاده از داده‌های یادگیری پارامترهای طبقه‌بند محاسبه شده و طبقه‌بند ساخته می‌شود.

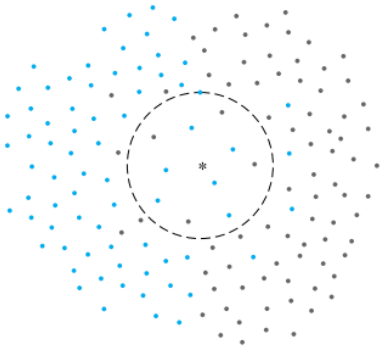
۱.۲ نزدیکترین همسایگی[۵]

این طبقه‌بند بر اساس نزدیکترین همسایگان یک الگو در فضای ویژگی تصمیم‌گیری می‌کند و بعد از ارائه یک الگوی ناشناخته که در داده‌های یادگیری قرار ندارد به صورت زیر تصمیم‌گیری می‌کند[۱۳]:

---

[1] Classifier
[2] Hyper plane
[3] Learning
[4] Test
[5] K-Nearest Neighbor

۱. K تا از نزدیک‌ترین همسایگان الگوی داده شده را در فضا بدون توجه به کلاس آن‌ها مشخص می‌کنید.
۲. کلاس هر یک از این الگوهای درون همسایگی را مشخص می‌کنید.
۳. الگوی داده شده به کلاسی تعلق خواهد داشت که بیشترین تعداد از الگوهای همسایگی متعلق به آن باشد.



شکل ۱-۱- اعمال الگوریتم نزدیکترین همسایگی [۱۳]

شکل ۱-۱ این روش برای k=11 را بصورت ساده نمایش می‌دهد. با انتخاب یازده الگو در فضای داده‌های یادگیری الگوی داده شده به کلاس آبی تعلق خواهد داشت. زیرا تعداد بیشتری از این کلاس در همسایگی وجود دارد.

از مشکلات این روش می‌توان به پیچیدگی جستجو برای kتا نزدیکترین همسایه اشاره نمود که برای این کار می‌توان از روش‌های مختلف جستجو استفاده نمود.

اما از محاسن این روش می‌توان به نکات زیر اشاره نمود:

در صورت وجود تعداد زیاد الگوهای یادگیری (N) این روش به نتایج خوبی می‌رسد و شبیه طبقه‌بند Bayesian [۱۳] عمل می‌کند. زیرا در این صورت داده‌ها با چگالی بالا در فضا توزیع شده‌اند. بنابراین k تا الگوی همسایه بسیار نزدیک به x خواهند بود و احتمال شرطی کلاس‌ها در این همسایگی برای هر نقطه برابر با $P(w_i|x)$ خواهد بود. بنابراین بیشتر نقاط در این همسایگی متعلق به کلاسی با بیشترین مقدار احتمال شرطی خواهند بود یعنی معادل روش Bayesian.

۱. یکی از مسائل مهمی که در مورد طبقه‌بندها باید در نظر گرفته شود تعمیم آن‌ها از دو کلاسی به مسائل چند کلاسی است که در این مورد طبقه‌بند نزدیکترین همسایه به خوبی عمل می‌کند و به راحتی می‌توان آن را به بیش از دو کلاس تعمیم داد.

۲. این طبقه‌بند هیچ مرحله یادگیری ندارد و از این نظر می‌تواند دارای محاسبات بسیار کمتری نسبت به طبقه‌بندهای دیگر باشد.

۱.۳ ماشین بردار پشتیبان[1]

ماشین بردار پشتیبان که ایده اولیه آن توسط وپنیک در سال ۱۹۹۷ [۱۴] ارائه شد سعی در طراحی تابع طبقه‌بندی بهینه دارد.

برای این کار مسئله دو کلاسی w1 وw2 را در نظر بگیرید که N بردار ویژگی یادگیری ،xi، در این کلاس‌ها توزیع شده‌اند. هدف طراحی چند صفحه‌ای است که بتواند داده‌های کلاس‌ها را جدا نماید:

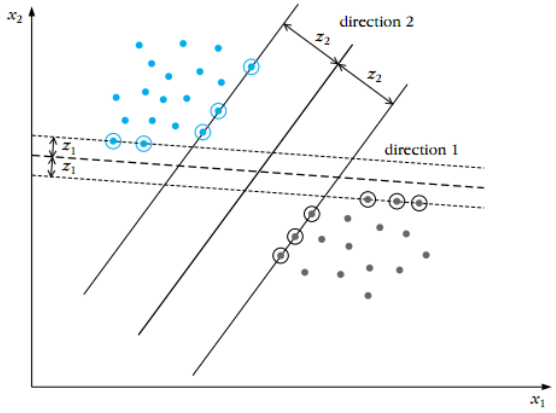
$$g(x) = w^T x + w_0 = 0 \qquad (۱.۱)$$

w جهت طبقه‌بند و w_0 عرض از مبدا آن است. باید توجه داشت که چندصفحه‌ای-هایی که برای طبقه‌بندی الگوها استفاده می‌شود یکتا نیستند و برای یک مسئله می‌توان چندین طبقه‌بند طراحی نمود که کلیه داده‌ها را به درستی طبقه‌بندی نماید. ماشین بردار پشتیبان تلاش می‌کند که از بین آن‌ها طبقه‌بندی را انتخاب نماید که بهینه باشد و برای داده‌های بعدی بهترین نتیجه را در بر داشته باشد. یا به عبارتی دیگر دارای بهترین کارایی تعمیم[2] باشد. که به صورت زیر تعریف می‌شود:

کارایی یک طبقه‌بند در مورد داده‌هایی که در طول مرحله یادگیری دیده نشده است. آن طور که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است دو خط direction1 و direction2 می‌تواند دو کلاس را از هم جدا نماید. اما با تعریفی که در بالا در مورد کارایی تعمیم بیان

[1] Support Vector Machine
[1] generalization performance

شد طبقه‌بند direction2 برای داده‌های آزمایشی بهتر عمل خواهد کرد. به دلیل آنکه فاصله این خط از داده‌های یادگیری بیشتر از خط دیگر است. به همین دلیل اگر داده‌ها



شکل ۱-۲- وجود طبقه‌بندهای مختلف برای جداسازی داده‌ها[۱۲]

کمی جابه جا شوند باز هم طبقه‌بند قادر به شناسایی آن‌ها خواهد بود و دچار خطا نخواهد شد. اما در مورد طبقه‌بند ۱ با کمی حرکت داده‌ها ممکن است طبقه‌بند دچار خطا شود.

با توجه به نکات گفته شده در پی طبقه‌بندی خواهیم بود که بیشترین فاصله را با داده‌ها (حاشیه[1]) داشته باشد.

فاصله یک نقطه از چندصفحه‌ای به صورت زیر بیان می‌شود:

$$z = \frac{|g(x)|}{||w||} \qquad (۱.۲)$$

که مقدار g(x) را برای نقاط روی چندصفحه‌ای برابر 1,-1 می‌توان در نظر گرفت بنابراین حاشیه به صورت زیر تعریف خواهد شد:

$$\frac{1}{||w||} + \frac{1}{||w||} = \frac{2}{||w||} \qquad (۱.۳)$$

و برای طبقه‌بند نیز داریم:

$$w^T x + w_0 \geq 1, \quad \forall x \in \omega_1$$
$$w^T x + w_0 \leq -1, \quad \forall x \in \omega_2$$

بدین ترتیب مسئله بهینه سازی را طوری مطرح می‌کنیم که مقدار حاشیه حداکثر شود:

[1] Margin