



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دانشکده مهندسی کامپیوتر

گزارش درس روش پژوهش و ارائه

مطالعه‌ای بر نقش یادگیری ماشین در تشخیص بیماری پارکینسون

نگارش

هلیا سادات هاشمی پور

استاد راهنما

دکتر رضا صفا بخش

اردیبهشت ۱۴۰۱

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فصل دوم

نگاهی به بیماری پارکینسون

الزام ماندگاری و داشتن بیشترین کارایی در هر محیطی، درک آن محیط و سازگاری با آن است. این محیط میتواند محل زندگی، محل تحصیل، محل کار و غیره باشد. ناسازگاری با هر محیطی، باعث رانده شدن از آن محیط میشود. در این فصل ابتدا به توضیح یک تاریخچه از موسسه میپردازیم و سپس به

سراغ معرفی ساختار شرکت میرویم .

۲-۱ معرفی شرکت و ساختار آن

موسسه‌ی الگوی توسعه فرهنگ قلم، یک موسسه‌ی فرهنگی و هنری میباشد. این موسسه در زمینه‌های کارهای فرهنگی، فعالیتهای شتابدهی انجام میدهد و در برگزاری برخی رویدادها نقش دارد که یکی از واحدهای موسسه یک پلتفرم^۱ بیتوبی^۲ برای برگزاری رویدادی میباشد که توسط شرکت مورد توسعه واقع میشود. از این پلتفرم در رویدادهایی چون جشنواره‌ی دانش‌آموزی مدرسه، مسابقات نور، جشنواره‌ی رشد و آموزش و پرورش به صورت شخصیسازی توسعه داده میشود. این موسسه از تیمهای توسعه‌ی فنی، تیم توسعه‌ی پلتفرم و تیم پشتیبانی تشکیل شده است. هدف اصلی شرکت توسعه داد

پلتفرم برای هر سازمانی به صورت شخصیسازی میباشد .

۲-۲ نقش من به عنوان کارآموز در شرکت

با توجه به علاقه و کنجکاوی خودم در بحث طراحی وبگاه ، به عنوان یک کارآموز توسعه‌گر فرآنتاند، به تیم توسعه اضافه شدم که در ابتدا با محیط و فضای پلتفرم و سپس با محیط شرکت و اعضای آن آشنایی پیدا کردم. به طور کلی چند روز اول هدف کارآموزی آشنایی با رویه‌ها و روشها برای انجام کارهای تیمی و فعالیتهای اصلی شرکت بود. سپس نوبت به یادگیری برخی ابزارها و زبانهای مورد نیاز برای

کار در جهت توسعه وبگاه رسید .

۲-۳ قوانین و مقررات شرکت

یکی از مهمترین شرایط برای استخدام در یک شرکت به عنوان کارآموز و یا هر جایگاه دیگری، رعایت قوانین شرکت و احترام گذاشتن به مقررات آن میباشد. از مهمترین قوانین مطرح شده در شرکت میتوان به نوع برخورد با اعضا و احترام به نظرات و پیشنهاد دیگری اشاره کرد.

یکی از قوانینی که توجه من را بسیار جلب کرد، بحث برابری بین افراد بود. در شرکت همه افراد از لحاظ ارزشمندی با یکدیگر برابرند و به اصطلاح ساخت شرکت یک ساختار فلت^۳ است. مدیر و کارمند کنار یکدیگر مینشینند. کسی اتاق اختصاصی ندارد. میز و صندلی مدیران همان میز و صندلی است که بقیه افراد شرکت استفاده میکنند. در واقع تنها تفاوتی که وجود دارد در کاری است که افراد

انجام میدهند. البته این برابری به معنی آن نیست که دستمزد افراد با هم برابر است. میزان دستمزد هر فرد بر

اساس میزان ارزش آفرینی آن فرد برای شرکت است. به طور مثال اگر فردی مدیر چند نفر دیگر باشد، لزوماً به این معنا نیست که حقوق آن فرد از افرادی که آنها را مدیریت میکند بیشتر است.

در نتیجه میتوان گفت که محیط و جو موجود در شرکت از مهمترین عاملهای پیشرفت آن شرکت میباشد و اعضای فعال در شرکت تحتتأثیر دیگر اعضا قرار میگیرند. در این بخش با هدف کلی و فعالیتهای شرکت آشنا شدیم و در فصل بعدی به توضیح مهارتهایی که در شرکت فرا گرفتیم

میدردازم.

الزام ماندگاری و داشتن بیشترین کارایی در هر محیطی، در کار آن محیط و سازگاری با آن است. این محیط میتواند محل زندگی، محل تحصیل، محل کار و غیره باشد. ناسازگاری با هر محیطی، باعث رانده شدن از آن محیط میشود. در این فصل ابتدا به توضیح یک تاریخچه از موسسه میپردازیم و سپس به سراغ معرفی ساختار شرکت میرویم.

۲-۱ معرفی شرکت و ساختار آن

موسسهی الگوی توسعه فرهنگ قلم، یک موسسهی فرهنگی و هنری میباشد. این موسسه در زمینههای کارهای فرهنگی، فعالیتهای شتابدهی انجام میدهد و در برگزاری برخی رویدادها نقش دارد که یکی از واحدهای موسسه یک پلتفرم

۱ بیتوبی ۲ برای برگزاری رویدادی میباشد که توسط شرکت مورد توسعه واقع میشود. از این پلتفرم در رویدادهایی چون جشنوارهی دانشآموزی مدرسه، مسابقات نور، جشنوارهی رشد و آموزش و پرورش به صورت شخصیسازی توسعه داده میشود. این موسسه از تیمهای توسعهی فنی، تیم توسعهی پلتفرم و تیم پشتیبانی تشکیل شده است. هدف اصلی شرکت توسعه دادن

پلتفرم برای هر سازمانی به صورت شخصیسازی میباشد.

۲-۲ نقش من به عنوان کارآموز در شرکت

با توجه به علاقه و کنجکاوی خودم در بحث طراحی وبگاه، به عنوان یک کارآموز توسعهگر فرآنتاند، به تیم توسعه اضافه شدم که در ابتدا با محیط و فضای پلتفرم و سپس با محیط شرکت و اعضای آن آشنایی پیدا کردم. به طور کلی چند روز اول هدف کارآموزی آشنایی با رویهها و روشها برای انجام کارهای تیمی و فعالیتهای اصلی شرکت بود. سپس نوبت به یادگیری برخی ابزارها و زبانهای مورد نیاز برای کار در جهت توسعه وبگاه رسید.

۲-۳ قوانین و مقررات شرکت

یکی از مهمترین شرایط برای استخدام در یک شرکت به عنوان کارآموز و یا هر جایگاه دیگری، رعایت قوانین شرکت و احترام گذاشتن به مقررات آن میباشد. از مهمترین قوانین مطرح شده در شرکت میتوان به نوع برخورد با اعضا و احترام به نظرات و پیشنهاد دیگری اشاره کرد.

یکی از قوانینی که توجه من را بسیار جلب کرد، بحث برابری بین افراد بود. در شرکت همه افراد از لحاظ ارزشمندی با یکدیگر برابرند و به اصطلاح ساخت شرکت یک ساختار فلت^۳ است. مدیر و کارمند کنار یکدیگر مینشینند. کسی اتاق اختصاصی ندارد. میز و صندلی مدیران همان میز و صندلی است که بقیه افراد شرکت استفاده میکنند. در واقع تنها تفاوتی که وجود دارد در کاری است که افراد

انجام میدهند. البته این برابری به معنی آن نیست که دستمزد افراد با هم برابر است. میزان دستمزد هر فرد بر اساس میزان ارزش آفرینی آن فرد برای شرکت است. به طور مثال اگر فردی مدیر چند نفر دیگر باشد، لزوماً به این معنا نیست که حقوق آن فرد از افرادی که آنها را مدیریت میکند بیشتر است. در نتیجه میتوان گفت که محیط و جو موجود در شرکت از مهمترین عاملهای پیشرفت آن شرکت میباشد و اعضای فعال در شرکت تحتتأثیر دیگر اعضا قرار میگیرند. در این بخش با هدف کلی و فعالیتهای شرکت آشنا شدیم و در فصل بعدی به توضیح مهارتهایی که در شرکت فرا گرفتهام

میپردازم.

فصل سوم

آشنایی با انواع داده‌ها، پیش‌پردازش و استخراج ویژگی از آنها

۳- آشنایی با انواع داده ها، پیش پردازش و استخراج ویژگی از آنها

در این فصل ابتدا به توضیح مختصری در رابطه با نوع داده ها پرداخته و سپس به پیش پردازش و تغییراتی که باید برای آماده سازی اولیه ی آنها اعمال شود، اشاره می شود. در نهایت نیز نگاهی به روش استخراج برای تصویربرداری پزشکی خواهد شد.

۳-۱ داده های مورد بررسی

روش های یادگیری ماشینی به طور فزاینده ای در علم پزشکی به کار می روند. یادگیری ماشینی به یک برنامه کامپیوتری اجازه می دهد تا نمایش بامعنا داده ها را به صورت نیمه خودکار بیاموزد و در نهایت استخراج کند. برای تشخیص بیماری پارکینسون مدل های یادگیری ماشین برای بسیاری از روش های داده از جمله الگوهای دستنویس، حرکت، تصویربرداری عصبی، صدا و سرم ارائه شده اند. یادگیری ماشین، امکان ترکیب روش های مختلف مانند تصویربرداری رزونانس مغناطیسی^۱ و داده های توموگرافی کامپیوتری با گسیل تک فوتون^۲ را در تشخیص بیماری پارکینسون فراهم می کند، بدین ترتیب، با استفاده از یادگیری ماشین تشخیص بیماری پارکینسون به مراتب آسانتر می شود. در این گزارش به بررسی سه مجموعه داده اعم از صدا، حرکت و دست خط افراد می پردازیم.

۳-۱-۱ مجموعه داده صوتی

شاخص های گفتاری در شناسایی بیماری پارکینسون نقش مهمی را ایفا می کنند، در نتیجه، سیستم های تشخیصی به کمک رایانه مبتنی بر یادگیری ماشینی می توانند در کمک به پزشکان در شناسایی بیماران پارکینسونی مفید واقع شوند. از جمله علائم بیماری پارکینسون که به ویژه برای تشخیص توسط یادگیری ماشینی مناسب هستند، می توان به کاهش حجم صدا، یکنواختی، اختلال در کیفیت صدا و اختلال حرکتی گفتار اشاره نمود. [۳]

روش های پردازش گفتار معمولاً برای تشخیص ناهنجاری ها در صحبت کردن استفاده می شوند و اغلب در استخراج خودکار ویژگی های صوتی مرتبط با بیماران پارکینسونی ترجیح داده می شوند. در این گزارش ما عملکرد روش های مبتنی بر یادگیری ماشین را برای دسته بندی بیماران سالم و پارکینسونی بر اساس علائم گرفتگی صدا^۳ ارزیابی خواهیم کرد و به تحلیل داده های موجود خواهیم پرداخت. [۳]

^۱ MRI

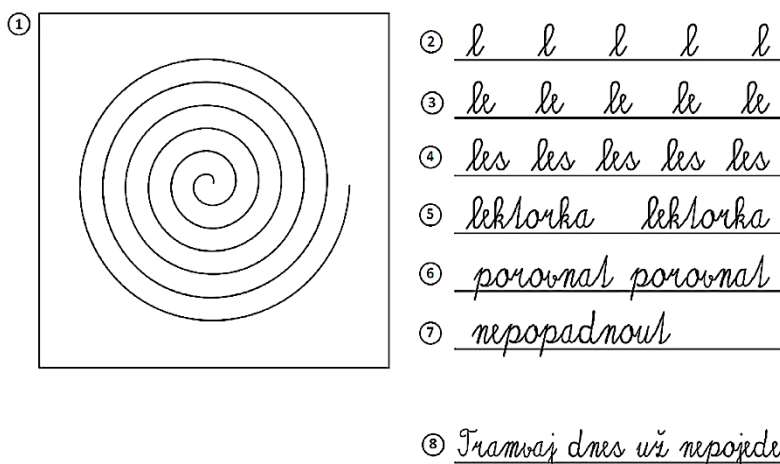
^۲ SPECT

^۳ Dysphonia

۲-۱-۳ مجموعه داده دست خط افراد

یکی از مشخصه‌های بارز بیماری پارکینسون اختلال در اجرای مهارت‌های تجربی مانند دست‌نویسی است. افراد مبتلا به بیماری پارکینسون اغلب در نوشتن مداوم و کارهای حرکتی مشابه کندتر از یک فرد سالم هستند. آنها تمایل دارند که حرکات متوالی را به شکل تقسیم‌بندی شده انجام دهند. تردیدها و مکث‌ها اغلب بین اجزای دنباله، در این بیماران مشاهده می‌شود. [۴]

روش‌های متعددی برای تجزیه و تحلیل دست خط بیماران پارکینسون پیشنهاد شده است، در نتیجه، رایج‌ترین روش ارائه شده مارپیچ ارشمیدسی^۴ می‌باشد. رسم مارپیچی اغلب برای ارزیابی عملکرد ماشین در اختلالات حرکتی مختلف از جمله بیماری پارکینسون مورد استفاده واقع شده است، از سوی دیگر، فشار وارد شده بر روی سطح خودکار حین نوشتن برای ارزیابی بیماری نقش مهمی را ایفا می‌کند. [۴]



شکل ۳-۱: تصویر الگوی پر شده [۲]

۳-۱-۳ مجموعه داده راه رفتن

بیماری پارکینسون و لرزش اساسی^۵ اختلالات حرکتی هستند که می‌توانند ویژگی‌های بالینی مشابهی از جمله لرزش و سختی راه رفتن داشته باشند. این اختلالات را می‌توان به اشتباه تشخیص داد که منجر به بروز تاخیر در درمان مناسب خواهد شد. برای تشخیص این بیماری توسط داده‌های حرکتی از تست ایستادن و راه رفتن ابزاردار^۶ استفاده

^۴ Archimedean spiral

^۵ Essential Tremor

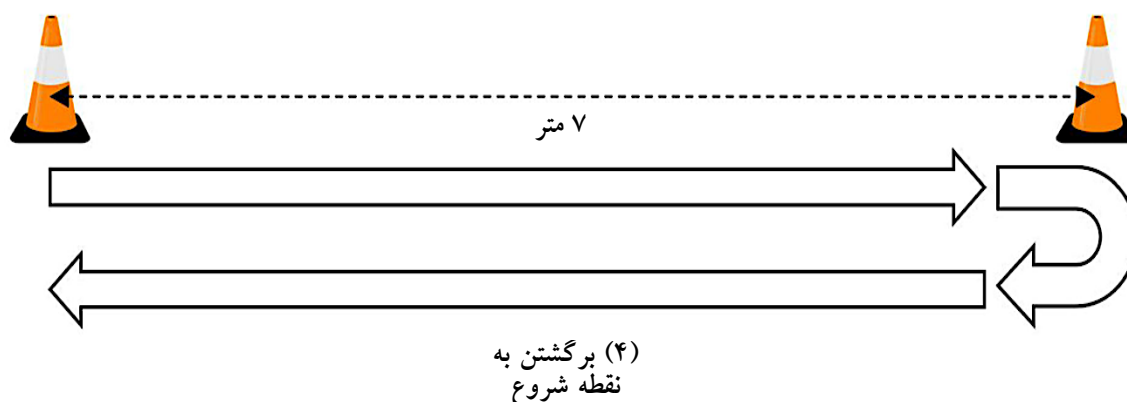
^۶ iSAW

می‌شود. تست ایستادن و راه رفتن ابزاردار یک سنجش قابل اعتماد و معتبر برای استفاده بالینی است. [۵]

(۱) ایستادن برای ۳۰ ثانیه

(۲) راه رفتن به شکل نرمال

(۳) چرخش ۱۸۰ درجه



شکل ۲-۳: تست ایستادن و راه رفتن ابزاردار [۵]

۲-۳ پیش‌پردازش مجموعه داده

پیش‌پردازش^۷ داده‌ها دربرگیرنده مجموعه‌ای از عملیات فرعی شامل چندین رویه است که می‌تواند برای تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌ها اعمال شود. این روش شامل پاکسازی، سازماندهی و نمونه‌گیری مجدد داده‌های موجود برای بیماری پارکینسون می‌باشد. انتخاب ویژگی یکی دیگر از تکنیک‌های یادگیری ماشین است که در آن تنوع ورودی برای شناسایی بیش‌تر ویژگی‌های حیاتی برای ساخت مدل کاهش می‌یابد، بدین ترتیب، از رویکرد نرمالسازی اطلاعات برای تبدیل تمام مقادیر متغیرها به یک محدوده خاص برای به دست آوردن یک رابطه قوی بین آنها استفاده می‌شود. وجود نویز و نقاط پرت در طول جمع‌آوری داده‌ها می‌تواند منجر به تشخیص ضعیف شود، در نتیجه، پیش‌پردازش داده‌های پزشکی یک مرحله ضروری است و باید به طور خودکار انجام شود. پس از حذف نویز و موارد پرت می‌توان تصاویر پزشکی را پردازش و تجزیه و تحلیل کرد تا اطلاعات مفیدی مانند حجم، شکل، حرکت اندام‌ها را استخراج کرد. [۲،۱]

⁷ Preprocessing

۳-۳ روش انتخاب زیرمجموعه‌ای ویژگی‌ها

برای تصویربرداری پزشکی انواع الگوریتم‌های ماشین اعم از الگوریتم‌های مبتنی بر القا^۸ و الگوریتم‌های مبتنی بر نمونه^۹ وجود دارند. اما این الگوریتم‌ها به دلیل در دسترس بودن بسیاری از ویژگی‌ها که برای پیش‌بینی الزامی نیستند، دقت تشخیص را پایین می‌آورند، بدین ترتیب، از روش انتخاب زیرمجموعه‌ای از ویژگی‌ها^{۱۰} استفاده می‌شود. این روش تعداد ویژگی‌ها را با انتخاب زیرمجموعه مربوطه بهینه می‌سازد.

روش انتخاب زیرمجموعه‌ای از ویژگی‌ها، یک روش جستجو می‌باشد که زیرمجموعه‌های ویژگی را برای ارزیابی براساس معیار از پیش تعریف شده ایجاد می‌کند، در نتیجه، دقت طبقه‌بندی نیز بهبود می‌یابد. روش انتخاب زیرمجموعه‌ای براساس معیارهای ارزیابی به سه دسته تقسیم می‌شود: [۲]

۱. روش فیلتر^{۱۱}

۲. روش بسته‌بند^{۱۲}

۳. مدل ترکیبی^{۱۳}

در همه دسته‌ها، الگوریتم‌ها را می‌توان با نحوه کاوش فضای زیرمجموعه‌های ویژگی و ماهیت دقیق عملکرد ارزیابی آنها، بیشتر متمایز کرد. ویژگی‌های ذکر شده تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند که می‌تواند به موارد زیر اشاره کرد:

- روش بسته‌بند به منابع محاسبات بیش‌تری نیاز دارد و از الگوریتم یادگیری خاص استفاده می‌کند، در نتیجه، از مدل فیلتر از نظر محاسباتی گرانتر است.
- روش فیلتر بسیار سریع‌تر از بسته‌بند اجرا می‌شود، بدین ترتیب، برای مقیاس‌گذاری به پایگاه داده با تعداد زیادی ویژگی در رویکرد فیلتر نسبت به بسته‌بند شانس بیش‌تری دارد.
- مدل ترکیبی آمیخته‌ای از مزایای روش فیلتر و روش بسته‌بند با استفاده از معیارهای ارزیابی مختلف می‌باشد. مدل ترکیبی نسبت به سایر روش‌ها کارآمدتر می‌باشد، زیرا بسیار پیچیده و محدود به یک ماشین یادگیری خاص است. [۲]

⁸ Induction-based

⁹ Instancebased algorithms

¹⁰ Feature Subset Selection

¹¹ Filter model

¹² Wrapper model

¹³ Hybrid model

۴-۳ طبقه‌بندی

در مرحله طبقه‌بندی^{۱۴} ما داده‌هایی را از یک موضوع خاص، به ماشین آموزش داده تا ماشین در آینده داده‌هایی از آن طبقه را تشخیص دهد. طبقه‌بندی یک نمونه‌ای از یادگیری تحت نظارت می‌باشد. روش‌های مختلف مورد استفاده برای طبقه‌بندی به سه بخش تقسیم می‌شوند:

الگوریتم‌های آماری^{۱۵}

۲. الگوریتم‌های تشخیص الگو^{۱۶} و مبتنی بر یادگیری

۳. الگوریتم‌های اکتشافی جستجو^{۱۷} و ترکیبی

در روش آماری روش‌های فاصله‌ای مانند فاصله اقلیدسی^{۱۸}، فاصله اقلیدسی وزندار^{۱۹} و فاصله منهن^{۲۰} برای مقایسه داده‌های آموزشی با داده‌های تست صورت می‌گیرد. روش تشخیص الگو و مبتنی بر یادگیری، روشی است که برای گرفتن داده‌های خام تعریف می‌شود، به علاوه، طبقه‌بندی آنها به دسته‌های مختلف براساس الگوریتم‌های مبتنی بر ماشین اعم از الگوریتم k نزدیکترین همسایه، قانون بیز ساده، ماشین بردار پشتیبان شبکه عصبی مصنوعی و تکنیک‌های خوشه‌بندی^{۲۱} مثل روش k میانگین^{۲۲} می‌باشد. [۲]

۵-۳ خلاصه

برای رسیدن به هدف تشخیص بیماری پارکینسون باید از داده‌های موجود استفاده کرد. اما این داده‌ها به طور خام برای استفاده در مدل‌های طبقه‌بندی یادگیری ماشین مناسب نیستند و باید با استفاده از مراحل متعدد و روش‌های گوناگون ویژگی‌های تعیین‌کننده‌ای که در تشخیص کمک خواهند کرد را استخراج کرد. در این فصل ابتدا مجموعه داده‌ها را شرح دادیم، سپس مراحل موجود جهت آماده‌سازی داده‌ها برای تشخیص بیماری پارکینسون را مورد بررسی قرار دادیم. از طرفی، با استفاده از روش انتخاب زیرمجموعه‌ای از ویژگی‌ها می‌توان تعداد ویژگی‌ها را با انتخاب زیرمجموعه مربوطه بهینه ساخت. از این‌رو، تعداد ویژگی‌ها باید به حداقل برسد تا مهم‌ترین ویژگی‌های مفید برای گام اولیه در روند یادگیری مدل منجر به درک آسان نتایج و افزایش دقت طبقه‌بندی شود.

¹⁴ classification

¹⁵ Statistical Algorithms

¹⁶ Pattern Recognition

¹⁷ Search heuristics

¹⁸ Euclidean distance

¹⁹ weighted Euclidean distance

²⁰ Manhattan distance

²¹ Clustering

²² k-mean

فصل چهارم

طبقه‌بندی الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشنهادی

۴- طبقه‌بندی الگوریتم‌های یادگیری ماشین پیشنهادی

این فصل به بررسی چندین مدل یادگیری ماشین که در طبقه‌بندی تصاویر نقش دارند می‌پردازد. پیش‌بینی و تشخیص بیماری پارکینسون بدون تهیه‌ی مدل مناسب و کارآمد میسر نخواهد بود، در نتیجه، این فصل از اهمیت بالایی برخوردار است. در ادامه به توضیح انواع مدل‌ها پرداخته می‌شود.

۴-۱ آنالیز تشخیصی خطی

آنالیز تشخیصی خطی به دلیل سادگی و قابل تفسیر بودن به یک روش پایه استاندارد در طبقه‌بندی تبدیل شده است. براساس معیار تشخیص فیشر^۱، یک ماتریس طرح خطی^۲ ایجاد می‌کند که برای بهبود دقت طبقه‌بندی استفاده می‌شود. این روش از مرزهای تصمیم خطی برای به حداکثر رساندن نسبت تنوع بین کلاس و درون‌کلاس استفاده می‌کند. این مرزهای تصمیم خطی با اعمال تجزیه ارزش ویژه به ماتریس‌های پراکندگی و با فرض غیرتکین بودن ماتریس پراکندگی به دست می‌آیند، از سوی دیگر، آنالیز تشخیص خطی یک تابع متمایز ایجاد می‌کند که نمونه‌ها را با به حداقل رساندن هزینه طبقه‌بندی مورد انتظار و به حداکثر رساندن نسبت واریانس بین گروه‌ها^۳ و درون‌گروه‌ها^۴ به دو یا چند گروه جدا می‌کند. [۳]

آنالیز تشخیصی خطی فرض می‌کند که همه پیش‌بینی‌کننده‌ها به طور معمول توزیع شده‌اند و ماتریس‌های کوواریانس یکسان هستند. واریانس‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌شوند: [۱]

$$S_w = \sum_{i=1}^C \sum_{x \in C_i} (x_i - \mu_i)(x_i - \mu_i)^T \quad (۴-۱)$$

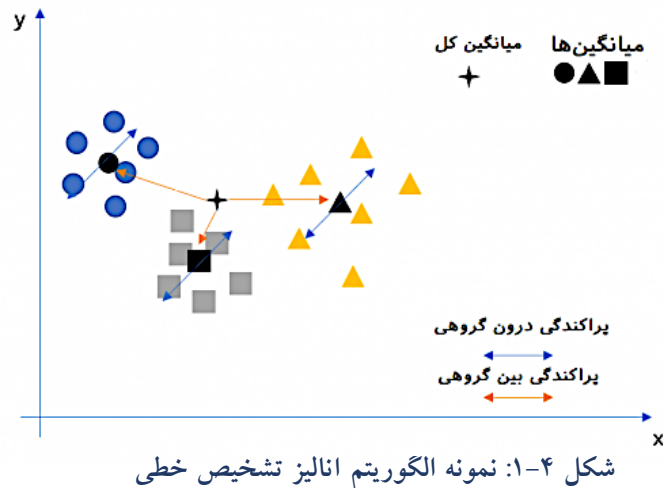
$$S_b = \sum_{i=1}^C L_i (\mu_i - \mu)(\mu_i - \mu)^T \quad (۴-۲)$$

^۱ Fisher's discrimination

^۲ Linear projection matrix

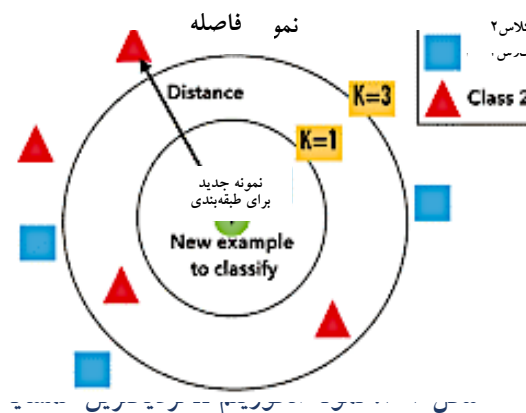
^۳ Sb

^۴ Sw



۴-۲ k نزدیکترین همسایه

روش k نزدیکترین همسایه یکی از ساده‌ترین الگوریتم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین برای طبقه‌بندی می‌باشد، به علاوه، یک الگوریتم غیرپارامتری^۵ و یک الگوریتم یادگیری کند است. پیش‌بینی‌های انجام شده توسط این روش براساس نتیجه همسایگان k است که به آن نقطه نزدیکتر هستند. نتیجه الگوریتم k نزدیکترین همسایه به نوع خروجی مورد نیاز برای کاربردهای خاص بستگی دارد. اگر k برابر با یک باشد کلاس نزدیکترین همسایه منفرد به آشیء اختصاص می‌یابد. این روش مجموعه‌ای از نقاط داده را به گروه‌ها خوشه‌بندی می‌کند و داده‌های جدید را بر اساس توابع پایه‌ای مانند فاصله اقلیدسی طبقه‌بندی می‌کند. مزیت اصلی آن این است که شکل یک مدل برازش را به خود نمی‌گیرد. k نزدیکترین همسایه برای بسیاری از مسائل کاربرد دارد، زیرا غیرپارامتری و دارای پیاده‌سازی راحت می‌باشد، بدین ترتیب، این روش از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است. [۳]

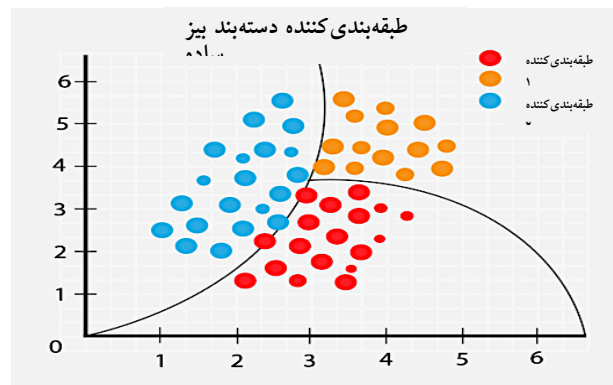


⁵ Non-parametric

۳-۴ دسته‌بند بیز ساده

دسته‌بند بیز ساده یک رویکرد احتمالی با بکارگیری قضیه بیز و فرض استقلال میانه متغیرها می‌باشد. استفاده از دسته‌بند بیز آسان است، زیرا برای تولید احتمالات به بیش از یک تکرار در طول فرآیند یادگیری نیاز ندارد. دسته‌بند بیز ساده به دنبال مدل‌سازی کلاس‌های اختصاص داده شده به داده‌های آموزشی توسط تابع چگالی احتمال است، بدین ترتیب، اشیاء با محتمل‌ترین کلاس مرتبط می‌شوند. طبقه‌بندی‌کننده دسته‌بند بیز ساده مجموعه جدیدی از ویژگی‌ها را به محتمل‌ترین کلاس هدف به صورت زیر تعریف می‌کند: [۳]

$$c = \arg \max (Prob(c|f_1, f_2, \dots, f_n)) = \arg \max (Prob(c) \prod_{i=1}^n Prob(f_i|c)) \quad (3-4)$$



شکل ۳-۴: نمونه الگوریتم دسته‌بند بیز ساده

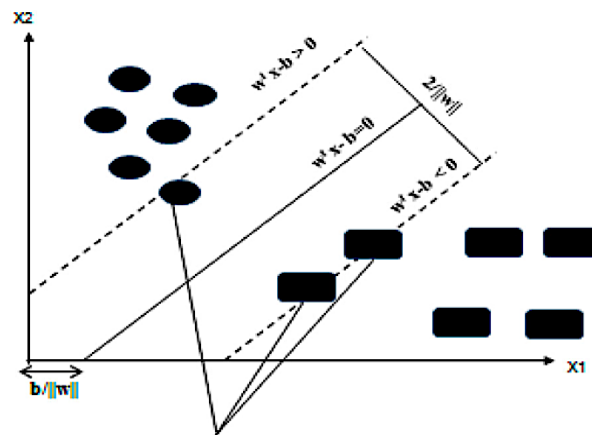
۴-۴ ماشین بردار پشتیبان

در حوزه یادگیری ماشین، بردار پشتیبان از یک ابر صفحه^۶ بر اساس اصول کمینه‌سازی ریسک ساختاری به منظور تمایز طبقات استفاده می‌کند. این با به حداکثر رساندن فضای بین کلاس‌ها و ابر صفحه به دست می‌آید. ظرفیت ماشین بردار پشتیبان برای تعمیم نتایج نسبت به روش‌های دیگر برتر می‌باشد. این روش برای مسأله‌های طبقه‌بندی خطی به عنوان بسط پرسپترون بجا آورده می‌شود. الگوریتم ماشین بردار پشتیبان خطی با به حداکثر رساندن حاشیه استفاده شده برای جداسازی کلاس‌ها یافت می‌شود. معادله حل مشکل کمینه‌سازی به صورت زیر است: [۳]

$$\min \left\{ \frac{1}{2} w^T w + c \sum_{i=1}^n \xi_i \right\} \quad (4-4)$$

^۶ Hyper-plane

روش بردار پشتیبان به‌عنوان طبقه‌بندی‌کننده برای دسته‌بندی بیمار از پارکینسون انتخاب شده است، زیرا از توانایی محاسباتی بسیار عالی در برخورد با مشکلات اضافه برازش و ابعاد برخوردار است. [۵]



شکل ۴-۴: نمونه الگوریتم ماشین بردار پشتیبان

۴-۵ شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل‌های ریاضی غیرخطی هستند که برای تقلید از شناخت انسان استفاده می‌شوند. آنها از یادگیری خطای میانگین مربع نظارت شده^۷ استفاده می‌کنند که با روش نزولی گرادینت^۸ پیاده‌سازی شده است تا نقشه غیرخطی داده‌ها را انجام دهند. شبکه عصبی مصنوعی قادر به شناسایی الگوها هستند و در برابر نویز مقاوم می‌باشد. شبکه عصبی تابع پایه شعاعی^۹ یک شبکه عصبی پیش‌خور^{۱۰} یادگیری تحت نظارت با معماری ثابت و ساده است. خروجی شبکه به صورت زیر داده می‌شود: [۳]

$$y_j(x) = \sum_{i=1}^L w_{ij} \varphi_i \quad (۵-۴)$$

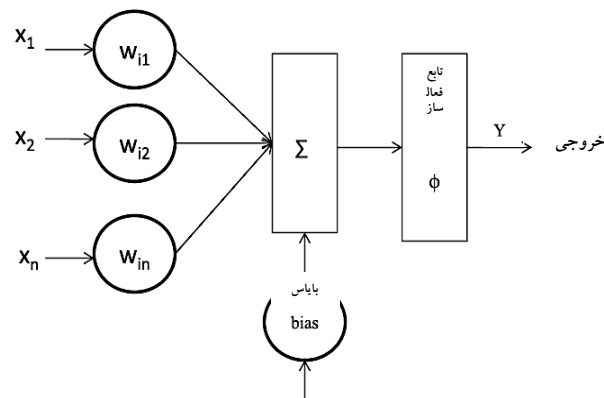
$$\varphi_i = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (۶-۴)$$

^۷ Supervised mean-squared error

^۸ Gradient

^۹ RBFNN

^{۱۰} Feed-forward



شکل ۴-۵: نمونه الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی [۲]

۴-۶ درخت رگرسیون

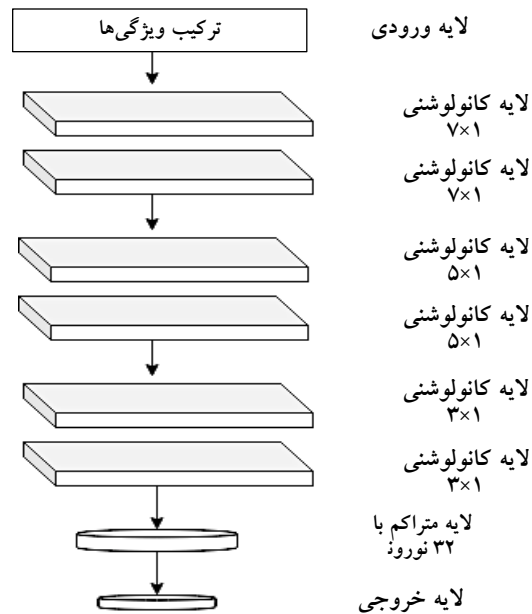
درخت رگرسیون که معمولاً به عنوان درختان طبقه‌بندی و رگرسیون^{۱۱} شناخته می‌شود. روش درخت رگرسیون یک روش غیرپارامتری برای تخمین تابع رگرسیون می‌باشد. درخت رگرسیون مجموعه‌ای از قوانین شروط را تعیین می‌کند و هزینه طبقه‌بندی اشتباه را با در نظر گرفتن نرخ طبقه‌بندی اشتباه و واریانس به حداقل می‌رساند. این نیازی به فرضیات مربوط به توزیع پیش‌بینی‌کننده‌ها ندارد و می‌تواند داده‌های عددی بسیار را با استفاده از ساختار درختی ترتیبی یا غیرترتیبی بگیرد. درخت رگرسیون برای حل وظایف باینری طراحی شده است، بدین ترتیب، از شاخص جینی برای رتبه‌بندی آزمونها و هرس درختان با یک مدل پیچیدگی هزینه استفاده می‌کند. [۳]

۴-۷ شبکه عصبی پیچشی

شبکه عصبی پیچشی اساساً از چندین لایه تشکیل شده است که در آن عملیات پیچیدگی انجام می‌شود. تفاوت اصلی بین شبکه عصبی مصنوعی و شبکه عصبی پیچشی، تعداد اتصالات در لایه‌های متوالی است. در شبکه عصبی پیچشی هر بخش محلی از ورودی‌ها تنها به یک نورون متصل است، در صورتی‌که ورودی‌ها در شبکه عصبی مصنوعی به طور کامل به نورونهای لایه بعدی متصل هستند. در هر لایه شبکه عصبی پیچشی عملیات کانولوشن با اعمال فیلترهای با اندازه‌های مختلف بر روی ورودی‌ها انجام می‌شود. پس از کانولوشن، خروجی لایه‌های کانولوشن از تابع فعالسازی عبور داده می‌شود؛ سپس از لایه‌های ادغام برای نمونه‌برداری فرعی از خروجی‌های فعال استفاده می‌شود. با کمک ادغام، ابعاد داده‌های ورودی را می‌توان به طور خودکار توسط شبکه کاهش داد. [۴]

^{۱۱} CART

در الگوریتم شبکه عصبی پیچشی، مهم‌ترین آذ مقاومت در برابر واریانس مکاذ و ترکیب‌بندی است. فیلترهای شبکه عصبی پیچشی همچنین ویژگی‌های سطح پایین به دست آمده از میدانهای گیرنده را به نمایش ویژگی‌های سطح بالا در لایه‌های عمیق‌تر تبدیل می‌کنند. این ویژگی، ترکیبی بودن شبکه عصبی پیچشی را حفظ می‌کند. شبکه عصبی پیچشی می‌تواند به عنوان یک چارچوب طبقه‌بندی به کار گرفته شود. [۴]



شکل ۴-۶: نمونه الگوریتم شبکه عصبی پیچشی [۴]

۸-۴ خلاصه

در این فصل پس از مرحله استخراج ویژگی‌ها نیاز است که با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین آنها را طبقه‌بندی کرد. در این مسیر به بررسی الگوریتم‌های یادگیری ماشین آنالیز تشخیص خطی، k نزدیکترین همسایه، دسته‌بند بیز، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی مصنوعی، درخت رگرسیون و شبکه عصبی پیچشی پرداختیم. به طور کل مدل‌های گوناگون دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند نتایج دقیقی را در اختیار متخصصان قرار دهند. حالا باید با استفاده از روش‌های بیاز شده در این فصل به تحلیل و دسته‌بندی داده‌های جمع‌آوری شده از بیماری پارکینسون بپردازیم که این مورد در فصل بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل پنجم

تحلیل داده‌های بیماری پارکینسون با استفاده از یادگیری ماشین

۵- تحلیل داده‌های بیماری پارکینسون با استفاده از یادگیری ماشین

پس از استخراج ویژگی‌ها و پیاده‌سازی مدل‌های طبقه‌بندی شده، نوبت به ارزیابی و تحلیل آنها می‌رسد. در این بخش به ذکر چند مورد از این نتایج با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده پرداخته می‌شود.

۱-۵ معیارهای ارزیابی و پروتکل اعتبار سنجی متقابل

برای ارزیابی اثربخشی هر طبقه‌بندی‌کننده یادگیری ماشین در تمایز بین افراد سالم و بیمار از مبتلا به بیماری پارکینسون ما از معیارهای ارزیابی اعم از دقت^۱، حساسیت^۲، تشخیص‌پذیری^۳، صحت^۴، اندازه‌گیری F^۵، میانگین G^۶ و ناحیه زیر منحنی^۷ استفاده می‌شود.

تعاریف آماری به شرح زیر می‌باشد: [۳]

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (۱-۵)$$

$$Sensitivity = \frac{TP}{TP + FN} \quad (۲-۵)$$

$$Specificity = \frac{TN}{TN + FP} \quad (۳-۵)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (۴-۵)$$

$$F - measure = \frac{2 \times (precision \times recall)}{precision + recall} \quad (۵-۵)$$

$$G - mean = \sqrt{TP_{rate} \times TN_{rate}} \quad (۶-۵)$$

$$AUC = \int_{-}^{+} TP_{rate}(t) FP_{rate}(t) \quad (۷-۵)$$

¹ Accuracy

² Sensitivity

³ Specificity

⁴ Precision

⁵ F-measure

⁶ G-mean

⁷ AUC

۲-۵ ذکر نتایج تجربی مقالات مختلف

در این قسمت به ذکر نتایج مختلفی که در مقاله‌های گوناگون پس از اجرای مدل‌های مختلف یادگیری با توجه به داده‌های متفاوت به دست آمده‌اند تا بتوان در نهایت به مقایسه و جمع‌بندی پرداخت.

۱-۲-۵ نتایج تجربی حاصل از اندازه‌گیری دیسفونی

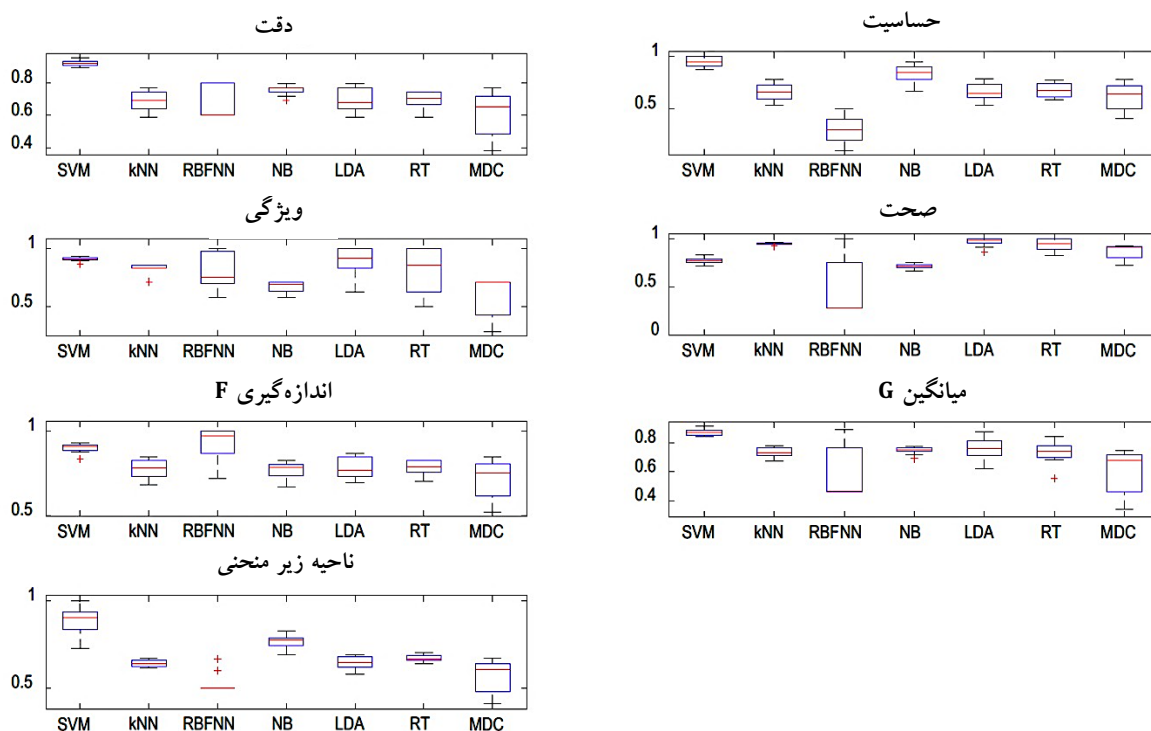
در جدول ۱-۵ که از نتایج حاصل در یکی از مقالات ذکر شده است می‌توان نتایج کلی مدل‌های یادگیری ماشین را که در گزارش توضیح داده شده‌اند، مانند ماشین بردار پشتیبان ماشین آنالیز تشخیص خطی، k نزدیکترین همسایه، دسته‌بند بیز، شبکه عصبی مصنوعی، درخت رگرسیون و شبکه عصبی پیچشی را مشاهده کرد.

همه طبقه‌کننده‌ها با تمام اندازه‌گیری‌های نارسایی صدا با پیروی از یک پروتکل اعتبارسنجی متقابل، ده برابر به منظور ترسیم نتایج قوی آموزش دیده‌اند. نمودارهای جعبه توزیع هر معیار عملکرد در بین طبقه‌بندی‌کننده‌ها در شکل ۱-۵ ارائه شده‌اند. می‌توان مشاهده کرد که برای هر اندازه‌گیری، عملکرد توزیع در سراسر طبقه‌بندی‌کننده منحصر به فرد است. شبکه عصبی تابع پایه شعاعی از نظر دقت و میانگین G تنوع زیادی را نشان می‌دهد، از سوی دیگر، ماشین بردار پشتیبان از نظر دقت، حساسیت، ویژگی، صحت، اندازه‌گیری F و میانگین G تنوع کمی از خود نشان می‌دهد. [۳]

جدول ۱-۵ : خلاصه نتایج ارزیابی [۳]

اندازه‌گیری کارایی

	دقت	حساسیت	ویژگی	صحت	اندازه‌گیری F	میانگین G	ناحیه زیر منحنی
SVM	0.92 ± 0.02	0.95 ± 0.05	0.91 ± 0.02	0.77 ± 0.03	0.90 ± 0.03	0.87 ± 0.02	0.89 ± 0.08
k -NN	0.69 ± 0.06	0.67 ± 0.08	0.81 ± 0.06	0.95 ± 0.01	0.78 ± 0.05	0.73 ± 0.03	0.64 ± 0.02
RBFNN	0.67 ± 0.09	0.29 ± 0.12	0.80 ± 0.16	0.49 ± 0.33	0.92 ± 0.10	0.59 ± 0.19	0.53 ± 0.06
NB	0.75 ± 0.02	0.84 ± 0.09	0.66 ± 0.05	0.71 ± 0.02	0.77 ± 0.04	0.74 ± 0.02	0.77 ± 0.04
LDA	0.70 ± 0.07	0.67 ± 0.09	0.88 ± 0.12	0.96 ± 0.04	0.79 ± 0.06	0.77 ± 0.07	0.65 ± 0.03
RT	0.70 ± 0.04	0.68 ± 0.07	0.79 ± 0.18	0.93 ± 0.05	0.79 ± 0.04	0.73 ± 0.07	0.67 ± 0.01
MDC	0.63 ± 0.13	0.63 ± 0.13	0.61 ± 0.15	0.87 ± 0.07	0.63 ± 0.13	0.73 ± 0.11	0.62 ± 0.14



شکل ۵-۱: نمودارهای جعبه‌ای از توزیع هر معیار عملکرد در بین طبقه‌بندی‌کننده‌ها [۳]

۵-۲-۲ نتایج تجربی حاصل از دست خط افراد

برای کسب اطمینان بیشتر در نتایج و مقایسه طبقه‌بندی‌کننده‌های مختلف، از طبقه‌بندی‌کننده تقویت‌کنندگی وقفی^۸ و k نزدیکترین همسایه استفاده کردیم. دقت طبقه‌بندی کلی، حساسیت و ویژگی برای همه وظایف و ویژگی‌های ادغام شده حرکتی و فشار در جدول ۵-۲ ارائه شده است. [۴]

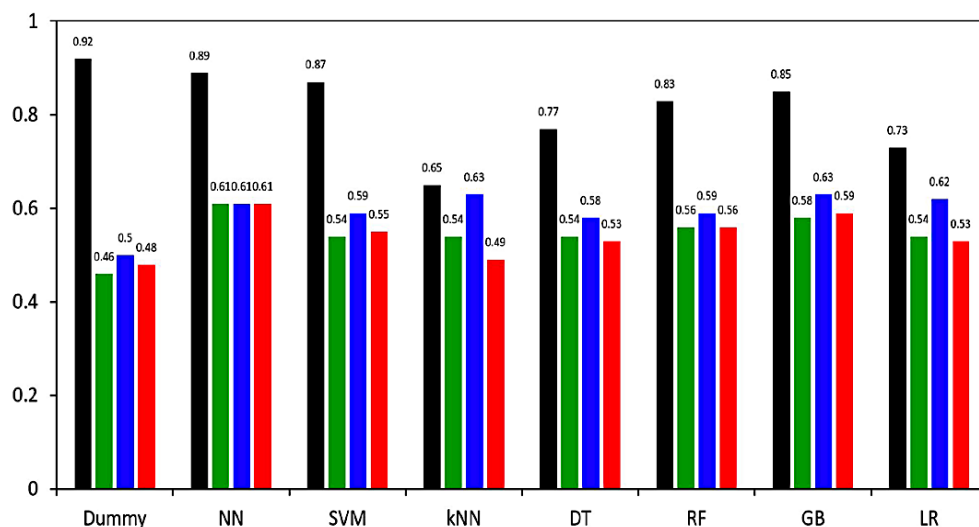
جدول ۵-۲: خلاصه نتایج ارزیابی [۴]

طبقه‌بندی‌کننده	P_{acc} [%]	P_{spe} [%]	P_{sen} [%]
SVM	81.3	80.9	87.4
AdaBoost	78.9	79.2	82.4
K-NN	71.7	70.8	78.5

^۸ AdaBoost

۳-۲-۵ نتایج تجربی حاصل از داده‌های حرکت

حسگرها می‌توانند برای تشخیص وضعیت حرکتی متفاوت در بیماران مبتلا به بیماری پارکینسون در یک مرحله بیماری، با نظارت بر نوسانات حرکتی استفاده شوند. شکل ۲-۵ نتایج مدل‌های مختلف یادگیری ماشین با رویکرد بیش‌نمونه‌گیری می‌باشد. [۵]



شکل ۲-۵: نتایج مدل‌های مختلف یادگیری ماشین [۵]

۳-۵ بررسی چالش‌ها و مسائل موجود

چالش‌های

کیلو به ترابایت در پردازش تصویر پزشکی مورد بحث قرار گرفته است. این چالش‌ها به مدیریت و استخراج تصاویر پزشکی، تصویربرداری زیستی، تصویربرداری عصبی و واقعیت مجازی در تجسم‌های پزشکی مربوط می‌شوند. چالش بایت با توجه به فعال شدن دسترسی پتابایت، برای تصویربرداری پزشکی در خصوص پیشرفت تکنولوژی و فناوری تا حدودی برطرف شده است. از جمله چالش‌های دیگر در پردازش تصویر پزشکی، می‌توان به مجموعه داده و قدرت محاسباتی اشاره کرد. از دیدگاه یادگیری ماشین، مجموعه داده باید مبرا و دارای اندازه قابل توجهی برای حل مشکل باشد. با این وجود، در دسترس بودن مجموعه داده مرتب به دلیل وجود پیچیدگی، محدود می‌باشد. [۲]

مشکل عدم تعادل کلاس است با استفاده از مجموعه داده‌های متعادل برطرف شود، بدین ترتیب، مدل تصمیم می‌تواند بدون سوگیری آموزش ببیند. وجود نویز و نقاط پرت در طول جمع‌آوری داده‌ها می‌تواند منجر به تشخیص ضعیف شود. [۲]

۴-۵ خلاصه

در این فصل به ذکر چندین مورد از نتایج گرفته شده در مقالات مرجع پرداخته شد، از سوی دیگر، به بررسی نتایج حاصل از مدل‌های مختلف مبتنی بر یادگیری ماشین با استفاده از داده‌های مختلف پرداختیم. معیارهای ارزیابی لازم برای هر مورد را بررسی کردیم و نتایج در قالب جداول و نمودارهای مختلف ارائه شد. در آخر هم چالش‌های موجود را بررسی کردیم و راهکارهای مناسب برای رفع مشکلات موجود را بیان کردیم. نکته حائز اهمیت در مراحل ذکر شده این است که مرحله پیش‌پردازش با توجه به حذف نویز و موارد پرت در پردازش تصاویر پزشکی و دریافت اطلاعات مفید در تشخیص بیماری‌های مختلف اعم از بیماری پارکینسون مفید واقع شده است.

فصل ششم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۶ نتیجه‌گیری

مطالعات متعددی برای خودکارسازی تشخیص بیماری پارکینسون با استفاده از مجموعه داده‌های مختلف اعم از مجموعه داده صوت، مجموعه داده دست‌خط و حرکت انجام شده است. در این مقاله، به منظور تشخیص بیماری پارکینسون از روی مجموعه داده‌های مختلف از یادگیری ماشین با استفاده از حساسیت، ویژگی، دقت طبقه‌بندی کل و میانگین هندسی در پایگاه داده مربوطه، مورد ارزیابی قرار گرفته شد.

استفاده از روش‌های مبتنی بر ماشین، علاوه بر اینکه می‌توانند در تشخیص سریع بیماری‌ها موثر باشند، می‌توانند از صرف هزینه‌های کلان درمان جلوگیری کنند. همچنین به دلیل گران بودن لوازم مورد نیاز برای تشخیص در بیمارستانها و مراکز درمانی، کمبود منابع انسانی ماهر و عدم همکاری بیمار برای مدت زمان طولانی، امروزه استفاده از یادگیری ماشین یک مسئله مهم و حیاتی شده است.

در مقایسه با الگوریتم‌های ماشین بررسی شده، ماشین بردار پشتیبان عملکرد بهتری را در تشخیص بیماری پارکینسون دارد و می‌تواند از آن به عنوان یک طبقه‌بندی‌کننده مناسب استفاده کرد. استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشینی که در گزارش مورد بحث قرار گرفت، حمایت بزرگی برای پزشکان خواهد بود. تعداد زیادی از تکنیک‌ها برای تشخیص بیماری پارکینسون در دسترس هستند، عملکرد آنها هنوز ناقص است. بنابراین، برای بهبود دقت الگوریتم‌های یادگیری ماشین، نیاز به پیشرفت‌های بیشتر وجود دارد.

۲-۶ پیشنهادات

با وجود اینکه تحقیقات در زمینه یادگیری ماشین و درمان بیماری‌ها با استفاده از آن در سالهای اخیر در حال صورت گرفتن است اما نمی‌تواند از این حقیقت چشم‌پوشاند که این علم نوپا است و جای پیشرفت دارد، در نتیجه، می‌توان مطالعه را در زمینه بهبود روش‌ها و الگوریتم‌های یادگیری ماشین افزایش داد. از طرفی برای کاهش آمار بیماران مبتلا به این بیماری می‌توان از سیستم‌های مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای تشخیص بیماری پارکینسون در بیمارستانها و مراکز بررسی استفاده کرد تا نیاز به نیروی انسانی ماهر را کاهش داد. از طرفی هر یک از طبقه‌بندی‌کننده‌ها نقاط ضعفی دارند و استفاده از چند طبقه‌بندی‌کننده مختلف در کنار هم باعث جبران نقاط ضعف و بهبود عملکرد کلی می‌شود.

از جمله مواردی که می‌تواند در تحقیقات آینده به آن پرداخت، بررسی الگوریتم‌های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک و ماشین یادگیری افراطی برای تشخیص و طبقه‌بندی بیماری پارکینسون است. همچنین می‌توان بحث مشابهی نیز برای پایگاه داده سرطان پستان ویسکانسین و مجموعه داده دیابت هندیان نیز مورد بررسی قرار داد.

منابع و مراجع

- [١] Hayder Mohammed Qasim, Oguz Ata, Mohammad Azam Ansari, Mohammad N. Alomary, Saad Alghamdi, Mazen Almeahmadi, "Hybrid Feature Selection Framework for the Parkinson Imbalanced Dataset Prediction Problem," *MDPI*, vol. ٥٧, pp. ١٢١٧, Nov. ٢٠٢١.
- [٢] Gunjan Pahuja, T. N. Nagabhushan, "A Comparative Study of Existing Machine Learning Approaches for Parkinson's Disease Detection," *IETE J. of Reasearch*, vol. ٦٧, pp. ٤-١٤, Oct. ٢٠١٨.
- [٣] Salim Lahmiri, Debra Ann Dawson, Amir Shumel, "Performance of machine learning methods in diagnosing Parkinson's disease based on dysphonia measures," *Springer Verlag Biome. Eng. Lett.*, vol. ٨, pp. ٢٩-٣٩, Feb. ٢٠١٨.
- [٤] Peter Drotar, Jiri Meykyska, Irena Rektorova, Lucia Masarova, Zdenek Smekal, Marcos Faundez-Zanuy, "Evaluation of handwriting kinematics and pressure for differential diagnosis of Parkinson's disease," *ELSEVIER Artificial Intelligence in Medicine*, vol. ٦٧, pp. ٣٩-٤٤, Feb. ٢٠١٤.
- [٥] Sanghee Moon, Hyun-Je Song, Vibhash D. Sharma, Kelly E. Lyons, Rajesh Pahwa, Abiodun E. Akinwuntan, Hannes Devos, "Classification of Parkinson's disease and essential tremor based on balance and gait characteristics from wearable motion sensors via machine learning techniques: a data-driven approach," *BMC J. of NeuroEng. and Rehabilitation*, vol. ١٧, pp. ١٢٥, Sep. ٢٠٢٠.
- [٦] Hakan Gundaz, "Deep Learning-Based Parkinson's Disease Classification Using Vocal Feature Sets," *IEEE Access*, vol. ٧, pp. ١١٥٥٤٠-١١٥٥٥١, Aug. ٢٠١٩.