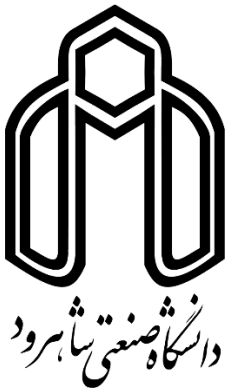
بسم الله الرحمن الرحيم



دانشکده مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی هوش مصنوعی

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم مبتنی بر قانون برای تشخیص طیف اختلالات اوتیسم

نگارنده : سیما بینقی

استاد راهنما :

دکتر پویان

بهمن ۱۳۹۵

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : کامپیوتر و فناوری اطلاعات

گروه : هوش مصنوعی و رباتیک

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم سیما بینقی

تحت عنوان: طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم مبتنی بر قانون

برای تشخیص طیف اختلالات اوتیسم

در تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۰ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

تقدیم به

روح بزرگوار پدرم

وجود نازنین مادرم

و محبت بی‌دریغ همسرم

با سپاس فراوان از تمامی کودکان و کارکنان مرکز آموزشی و توانبخشی کودکان اوتیستیک به‌آرا که بدون همراهی ایشان انجام این تحقیق ممکن نبود

تعهد نامه

اینجانب سیما بینقی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی هوش مصنوعی دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم مبتنی بر قانون برای تشخیص طیف اختلالات اوتیسم تحت راهنمائی دکتر علی‌اکبر پویان متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .**

چکیده

هوش‌مصنوعی به ابزار هدفمندی برای کاهش نقش انسانی در بسیاری از زمینه‌ها تبدیل شده است. سیستم‌هایی که بر اساس روش‌های هوشمند طراحی شده‌اند معمولا هم هزینه‌ی پایین‌تری دارند، هم دقت آنها بالاتر است و هم بی‌وقفه می‌توانند به انجام کار ادامه دهند. در این میان اما حذف‌کردن نیروی متخصص همواره چالش‌برانگیزترین مسئله بوده است.

اوتیسم یک طیف گسترده از اختلالات رفتاری است. وجه مشترک مبتلایان به این اختلال، الگوهای کلیشه‌ای در رفتار، مشکلات در برقراری ارتباط کلامی و تعامل اجتماعی است. این مسائل موجب می‌شوند کودکان اوتیستیک نتوانند به خوبی در جامعه آموزش ببینند و رشد کنند. هرچند درمان قطعی و مشخصی برای اوتیسم وجود ندارد، اما با ارائه‌ی آموزش‌هایی می‌توان کودکان را در برقراری ارتباط با دنیای اطرافشان یاری نمود.

در این پایان‌نامه روشی به نام MPCM[1] برای سنجش میزان اختلالات اوتیستیک در فرد ارائه داده‌ایم. برای این منظور یک بازی کامپیوتری طراحی شده است. این بازی شامل دو گروه تصویر است؛ دایره و مربع. توجه اصلی ما بر اندازه‌گیری میزان تمرکز فرد در هنگام کار با سیستم است؛ به‌ویژه هنگامی که تصاویر در حال حرکت هستند.

ما از کودکان مختلف درخواست می‌کنیم با این سیستم بازی کنند و عملکرد آنها را در حین انجام کار اندازه‌گیری و ثبت می‌کنیم. این کودکان دو دسته هستند. دسته‌ی اول اوتیستیک شناخته شده‌اند. دسته‌ی دوم کودکان عادی هستند و برای انجام عمل مقایسه در بررسی‌ها از آنها نیز کمک گرفته‌ایم.

شدت اختلال به‌صورت یک عدد فازی بیان شده است. درمورد کودکان اوتیستیک این عدد را متخصصان تعیین کرده‌اند. برای کودکان عادی نیز عدد بسیار کوچکی نسبت داده‌ایم.

برای قضاوت درباره‌ی عملکرد فرد نیاز به روشی داریم که به کمک آن بتوانیم دانش موجود در این زمینه را بازنمایی کرده و نگاشتی از ورودی به خروجی بیابیم. شبکه‌های عصبی مصنوعی ساختار مناسبی برای تحقق این هدف هستند. در این پایان‌نامه از این شبکه‌ها برای نتیجه‌گیری استفاده شده است. در نهایت هر نمونه در یکی از چهار درجه‌ی شدت اختلال قرار خواهد گرفت؛ عادی، خفیف، متوسط و شدید.

1. Moving Picture for Concentration Measurement

کلمات کلیدی: اوتیسم، بازی کامپیوتری هوشمند، سیستم فازی مبتنی بر قانون، شبکه‌های عصبی مصنوعی

فهرست

۱- پیشگفتار..... ۱

۱-۱- تعریف مسئله..... ۲

۱-۲- هدف از انجام این پایان‌نامه..... ۲

۱-۳- سیستم‌های هوشمند و تشخیص طبی..... ۲

۱-۴- واسط‌های کاربری و هوش مصنوعی..... ۳

۱-۵- اوتیسم، یک نگرش متفاوت..... ۳

۱-۶- تاریخچه‌ی تشخیص سیستماتیک اوتیسم..... ۴

۱-۷- چالش‌های پیش‌رو..... ۵

۱-۷-۱- کوچک بودن جامعه‌ی آماری..... ۵

۱-۷-۲- مشکلات در جمع‌آوری داده‌ها..... ۵

۱-۷-۳- مشکلات در بیان کمی رفتارها..... ۶

۱-۷-۴- مسائل جانبی بی‌اهمیت اما تأثیرگذار..... ۷

۱-۷-۵- اختلالات مشابه اوتیسم..... ۷

۱-۸- معرفی فصل‌های بعدی..... ۸

۲- تئوری‌های مرتبط..... ۱۱

۲-۱- اهداف فصل..... ۱۲

۲-۲- اوتیسم..... ۱۲

۲-۲-۱- طیف اختلالات اوتیسم..... ۱۳

۲-۲-۱-۱- سندروم آسپرگر..... ۱۳

۲-۲-۱-۲- اختلالات اوتیستیک..... ۱۴

۲-۲-۱-۳- سندروم رت.....۱۴
۲-۲-۱-۴- اختلال فروپاشی دوران کودکی.....۱۴
۲-۲-۱-۵- اختلال نافذ رشد غیرطبقه‌بندی شده.....۱۵
۲-۲-۲- چگونگی تشخیص.....۱۵
۲-۲-۳- درمان.....۱۶
۲-۲-۳-۱- سیستم تحلیل رفتار عملی.....۱۶
۲-۲-۳-۲- سیستم ارتباط از طریق مبادله‌ی تصویر.....۱۶
۲-۲-۴- اوتیسم و بازی.....۱۹
۲-۲-۴-۱- نقش بازی در رشد کودک.....۱۹
۲-۲-۴-۲- بازی در اوتیسم.....۲۱
۲-۳- شبکه‌های عصبی مصنوعی.....۲۲
۲-۳-۱- شبکه‌های عصبی زیستی.....۲۲
۲-۳-۲- ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی.....۲۳
۲-۳-۳- یادگیری در شبکه‌های پرسپترون چندلایه.....۲۴
۳- راهکارهای پیشین.....۲۷
۳-۱- سیستم‌های هوشمند و درمان اوتیسم.....۲۸
۳-۲- سیستم‌های هوشمند و تشخیص اوتیسم.....۲۹
۳-۲-۱- تشخیص به کمک تصاویر MRI.....۲۹
۳-۲-۱-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر تصاویر MRI.....۳۱
۳-۲-۱-۲- معایب روش‌های مبتنی بر تصاویر MRI.....۳۱
۳-۲-۲- تشخیص به کمک سیگنال‌های EEG.....۳۱

۳-۲-۲-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های EEG..... ۳۲

۳-۲-۲-۲- معایب روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های EEG..... ۳۲

۳-۲-۳- تشخیص به کمک ویژگی‌های رفتاری..... ۳۲

۳-۲-۳-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های رفتاری..... ۳۹

۳-۲-۳-۲- معایب روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های رفتاری..... ۳۹

۳-۲-۴-تشخیص هوشمند..... ۴۰

۳-۳- نتیجه‌گیری..... ۴۱

۳-۳-۱-روش‌های مبتنی بر ساختار و عملکرد مغز..... ۴۲

۳-۳-۲-روش‌های مبتنی بر رفتار..... ۴۲

۳-۳-۳-روش پیشنهادی این پایان‌نامه..... ۴۲

۴- راهکار ارائه‌شده در این پایان‌نامه..... ۴۵

۴-۱- رویکرد اتخاذ شده در این پایان‌نامه..... ۴۶

۴-۲- مشخصات کلی سیستم..... ۴۷

۴-۳- ساخت مجموعه ویژگی‌ها..... ۴۷

۴-۳-۱ واسط کاربری..... ۴۹

۴-۳-۱-۱- پیگیری درمان..... ۴۹

۴-۳-۱-۲- مراحل MPCM..... ۴۹

۴-۳-۲-اساس ویژگی‌ها..... ۵۳

۴-۳-۲-۱- تمرکز..... ۵۳

۴-۳-۲-۲- دنبال کردن شیء با چشم..... ۵۴

۴-۳-۲-۳- مشکلاتی در استفاده از دست‌ها..... ۵۴
۴-۳-۲-۴- حرکات تکراری..... ۵۵
۴-۳-۳- ویژگی‌های مورد استفاده..... ۵۵
۴-۳-۴- جامعه‌ی آماری..... ۵۵
۴-۳-۵- روال استخراج ویژگی..... ۵۶
۴-۳-۶- خروجی‌ها..... ۵۸
۴-۴- تحلیل و مدل‌سازی..... ۵۹
۴-۴-۱-شبکه‌ی عصبی مطرح شده..... ۶۰
۴-۴-۲-استفاده‌ی بهینه از مجموعه داده‌ی کوچک..... ۶۱
۴-۴-۳-یافتن ساختار بهینه..... ۶۱
۴-۴-۴-محاسبه‌ی وزن‌های بهینه..... ۶۲
۴-۴-۵-ساختار شبکه..... ۶۳
۴-۴-۶-شبکه عصبی نهایی و خطای آن..... ۶۴
۴-۵- نتیجه‌گیری درباره‌ی شدت ابتلای یک مورد جدید..... ۶۴
۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها..... ۶۵
۵-۱- نتیجه‌گیری..... ۶۶
۵-۲- پیشنهادها..... ۶۷
۵-۲-۱- افزایش جمعیت شرکت‌کنندگان..... ۶۷
۵-۲-۲- تکرار آزمون..... ۶۷
۵-۲-۳- ارائه‌ی سیستمی جامع..... ۶۸
پیوست ۱..... ۶۹

پیوست ۲..... ۱۰۱
منابع..... ۱۰۷

فهرست شکل‌ها

شکل (۳-۱) نمای کلی سیستم..... ۳۳

شکل (۳-۲) روند اجرای بازی (۳۲)..... ۳۶

شکل (۴-۱) نمای کلی سیستم..... ۴۴

شکل (۴-۲) مرحله‌ی اول بازی..... ۴۷

شکل (۴-۳) مرحله‌ی دوم بازی..... ۴۸

شکل (۴-۴) مرحله‌ی سوم بازی..... ۴۹

شکل (۴-۵) مرحله‌ی چهارم بازی..... ۴۹

شکل (۴-۶) مرحله‌ی پنجم بازی..... ۵۰

شکل (۴-۷) روال انجام بازی..... ۵۵

شکل (۴-۸) امتیاز کسب شده توسط هر ساختار به ازای ۱۰۰بار تکرار الگوریتم..... ۶۰

فهرست جدول‌ها

جدول (۲- ۱) برخی از توابع فعالساز.....۲۳

فصل اول

پیشگفتار

۱–۱– تعریف مسئله

در این پایان‌نامه به ارائه‌ی روشی هوشمند برای تشخیص اوتیسم می‌پردازیم. این روش باید بتواند افراد را از نظر شدت ابتلا به اوتیسم به چهار دسته تقسیم کند: عادی، خفیف، متوسط و شدید.

در مورد مبتلایان به اوتیسم مهم‌ترین مطلب بررسی اختلالات رفتاری است. به همین دلیل در این پایان‌نامه نیز بر اساس رفتار فرد درمورد ابتلای وی به اوتیسم قضاوت می‌کنیم.

۱–۲– هدف از انجام این پایان‌نامه

در این پایان‌نامه یک روش سیستماتیک برای تشخیص اوتیسم مطرح کرده‌ایم. در این روش با توجه به عملکرد فرد در استفاده از کامپیوتر شدت اوتیسم را در وی تشخیص می‌دهیم. با این روش بررسی می‌کنیم که شدت ابتلا به اوتیسم چه تاثیری روی عملکرد رفتاری فرد در استفاده از کامپیوتر دارد.

هدف اصلی ما از انجام این پایان‌نامه ارائه‌ی روشی است که بتواند در غربالگری اختلالات اوتیستیک استفاده شود. بنابراین باید بتوانیم بدون نیاز به دخالت فرد خبره رفتار کاربر را ارزیابی کنیم.

۱–۳– سیستم‌های هوشمند و تشخیص طبی

امروزه سیستم‌های هوشمند کاربردهای فراوانی در امر تشخیص و یا درمان بیماری‌ها و حتی انجام عمل‌های جراحی دارند. گاه هدف از چنین سیستم‌هایی حذف کردن نقش انسانی است که در بسیاری موارد منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت کار خواهد شد. در امر تشخیص بیماری‌ها چنین سیستم‌هایی معمولا به عنوان یک مشاور به کمک پزشک می‌آیند و به بالا رفتن ضریب تشخیص کمک می‌کنند. علاوه بر این ممکن است امکان دسترسی به پزشک متخصص در بعضی مکان‌ها و یا موقعیت‌ها برای اشخاص مهیا نباشد، در چنین شرایطی استفاده از یک نرم‌افزار که بتواند تشخیص اولیه‌ای به دست دهد بسیار مفید خواهد بود. کاربرد بسیار مفید دیگر این سیستم‌ها در غربالگری بیماری‌هایی

است که نرخ ابتلای آنها پایین است. در چنین مواردی استفاده از یک سیستم نرم‌افزاری بسیار کم هزینه‌تر از بررسی وجود و یا عدم وجود بیماری توسط پزشک است. اگر سیستم کامپیوتری متوجه وجود مشکلی در فرد شود می‌توان برای پیگیری و تشخیص‌های بعدی، فرد را نزد پزشک فرستاد.

۱–۴– واسط‌های کاربری و هوش مصنوعی

در گذشته واسط‌های کاربری صرفا ابزاری برای نمایش آنچه که سیستم از انسان می‌خواهد بودند. نمی‌توان انتظار داشت تمام کاربران کامپیوتر در استفاده از کامپیوتر متخصص باشند؛ پس به کمک واسط‌های کاربری تلاش می‌شد اطلاعاتی که درون کامپیوتر وجود دارند به‌گونه‌ای نمایش داده شوند که برای انسان قابل درک باشند. در واقع رایانه از واسط‌های مختلف برای نمایش آنچه کاربر باید بداند استفاده می‌کردند.

با گذشت زمان و توسعه‌ی هوش مصنوعی این موضوع مطرح شد که واسط‌ها به جای اینکه یک مسیر یک‌طرفه بین کامپیوتر و انسان باشند می‌توانند به عنوان پلی دوطرفه عمل کنند که هم به کاربر و هم به سیستم کمک کنند منظور یکدیگر را بهتر درک کنند. امروزه هوش مصنوعی تلاش می‌کند از طریق سبک کار کردن کاربر با رایانه به نیت، رفتار و شخصیت وی پی برد. به کمک این روش می‌توان کامپیوترها را در درک انسان‌ها یاری نمود.

۱–۵– اوتیسم، یک نگرش متفاوت

تفاوت‌های رفتاری و نگرش‌های مختلف همواره زمینه‌ساز پیشرفت‌ها و تحولات عظیم بوده‌اند. بسیاری از دانشمندان و نوابغی که در طول تاریخ توانسته‌اند راه‌های جدید و نو را ابداع کنند طرز تفکر و دیدگاه‌های ویژه‌ی خود را داشته‌اند.

امروزه تعریف تازه‌ای از اوتیسم مطرح شده است که در آن اوتیسم بیشتر به عنوان یک تفاوت در نگاه کردن به محیط اطراف بیان می‌شود و نه به عنوان یک بیماری. یکی از چالش برانگیزترین مسائلی که

در این زمینه وجود دارد آنست که هیچ انسانی نباید به‌خاطر چنین تفاوتی از جامعه طرد شود. در این نگرش تلاش ما نباید بر این باشد که یک فرد اوتیستیک را مجبور کنیم درست مانند سایرین رفتار کند، فکر کند و یا به مسائل همانگونه نگاه کند که دیگران می‌نگرند.

با این تفاسیر تلاش ما باید در این راستا باشد که ضمن پذیرش تفاوت‌های یک فرد اوتیستیک با دیگران، بتوانیم به او کمک کنیم با دنیای پیرامون خود ارتباط بهتری برقرار کند تا به این وسیله اوتیسم مانعی برای یادگیری و رشد وی نشود.

قبلا گفتیم که اوتیسم شامل اختلالاتی در رفتار است که باعث می‌شوند فرد نتواند به خوبی با محیط پیرامون خود ارتباط برقرار کند. با این تعریف محور اصلی ما برای تشخیص توجه به رفتار فرد است. روش ارائه شده باید بتواند بر مبنای ویژگی‌های رفتاری و عملکرد فرد شدت ابتلا به اوتیسم را در وی تشخیص دهد.

۱–۶– تاریخچه‌ی تشخیص سیستماتیک اوتیسم

تشخیص اوتیسم به کمک سیستم‌های هوشمند پیشینه‌ی زیادی ندارد. معمولا این کار به صورت بالینی و توسط فرد متخصص انجام می‌شود. بااین‌حال در سال‌های اخیر کارهایی در این زمینه انجام شده است. روش‌هایی که به این منظور ارائه شده‌اند را می‌توان در سه گروه کلی دسته‌بندی نمود: تشخیص به کمک تصاویر MRI[۲]، تشخیص به کمک سیگنال‌های EEG[۳] و تشخیص به کمک ویژگی‌های رفتاری. در فصل دوم این روش‌ها تشریح شده‌اند و نمونه‌هایی از انجام این روش‌ها آورده شده است.

2. Magnetic Resonance Imaging
3. ElectroEncephaloGram

۱–۷– چالش‌های پیش رو

در حل مسائلی از این دست چالش‌ها و مشکلات جدی زیادی بر سر راه وجود دارند. برخی از این چالش‌ها ناشی از ماهیت خود مسئله‌اند و برخی دیگر ریشه در مشکلات محیطی دارند. در ادامه‌ی مطلب برخی از این چالش‌ها مطرح شده‌اند. در این پایان‌نامه تلاش کرده‌ایم برخی از این مشکلات را حل کنیم. برای مسائلی که حل نشده باقی می‌مانند نیز راه حل‌هایی ارائه شده است. آخرین فصل از این پایان نامه که پیشنهادها نام دارد به معرفی این راه‌حل‌ها پرداخته است.

۱–۷–۱– کوچک بودن جامعه‌ی آماری

هرچند اوتیسم را نمی‌توان بیماری نادری محسوب کرد، اما به‌هرحال نرخ پایین ابتلا به آن موجب می‌شود که جامعه‌ی آماری محدودی در اختیار داشته باشیم. علاوه‌براین بسیاری از والدین یا از وجود این اختلال در فرزند خود بی‌اطلاع هستند و یا به خاطر گران بودن درمان‌هایی که برای این اختلال پیشنهاد می‌شود، از مراجعه به مراکز درمانی سرباز می‌زنند. این مسائل موجب کوچک‌تر شدن جامعه‌ی آماری در دسترس می‌شود.

متأسفانه در این میان بسیاری از والدین حاضر نمی‌شوند کودک خود را در معرض روش‌های تحقیقاتی قرار دهند؛ زیرا بیشتر آنها گمان می‌کنند که روش‌هایی که درحال بررسی هستند، و موثر بودن آنها هنوز ثابت نشده است، می‌توانند تأثیر منفی بر روحیه‌ی کودک داشته باشند و یا این همکاری ممکن است منجر به فاش شدن مسائل مربوط به زندگی خصوصی آنها شود.

۱–۷–۲– مشکلات در جمع‌آوری داده‌ها

مشکل دیگری که مطرح می‌شود این است که روش‌های این چنینی نیاز به تعامل مستقیم با کودک دارند. از آنجا که برقراری ارتباط با کودکان اوتیستیک کار ساده‌ای نیست، بسیاری از آنها از انجام

خواسته‌های دیگران طفره می‌روند؛ مخصوصا آن دسته از کودکانی که در طیف اختلالات بالاتر از متوسط هستند.

در چنین مواردی بهترین راه این است که از مربیان کودک بخواهیم این کار را انجام دهند. چون کودک مربی خود را از قبل می‌شناسد بهتر با وی ارتباط برقرار می‌کند. حال آنکه به افراد تازه وارد اعتماد کمتری خواهد داشت. علاوه‌براین معمولا کودکان از مربیان خود بیشتر حرف شنوی دارند تا از والدین و اعضای خانواده.

البته این امر در جریان انجام تحقیق امکان‌پذیر نیست. یعنی نمی‌توان از مربیان کودک چنین انتظاری داشت. اما اگر اثربخشی یک روش تا حدودی اثبات شده باشد، در گام بعدی می‌توان با همکاری مراکز مرتبط، از مربیان خواست کار با روش مذکور را در برنامه‌ی خود قرار دهند و به بهبود یادگیری در آن روش کمک کنند.

البته این نکته را نیز باید در نظر داشت که استفاده از یک واسط کامپیوتری تا حد زیادی مشکل برقراری ارتباط را حل می‌کند. در واقع همین‌قدر که کودک مجبور نباشد با فرد غریبه‌ای سخن بگوید و یا مستقیم در چشم‌هایش نگاه کند، تاثیر مثبتی در بهبود عملکرد کودک خواهد داشت.

۱-۷-۳- مشکلات در بیان کمی رفتارها

علاوه بر این چالش‌ها، که بیشتر مرتبط با محیط بودند، چالش اصلی دیگر درمورد خود سیستم است. در واقع نمی‌توان انتظار داشت ویژگی‌هایی که در این روش، و یا هر روش هوشمند دیگری، مطرح می‌شوند لزوما نمایانگر ابتلای فرد به اوتیسم باشند. هیچ دلیل قطعی و محکمی وجود ندارد که بتواند چنین ادعایی را ثابت کند.

۱–۷–۴– مسائل جانبی بی‌اهمیت اما تاثیرگذار

علاوه بر تمام آنچه که مطرح شد مسائل جانبی بسیاری در نتیجه تاثیر گذارند. به‌عنوان مثال، در تحقیق انجام شده، ضریب هوشی کودکان تاثیر مثبت محسوسی در توانایی آنها برای انجام درخواست‌ها داشته است؛ درحالی‌که بهره‌ی هوشی و اوتیسم دو مقوله‌ی مجزا هستند.

از طرف دیگر آشنایی آنها در زمینه‌ی کار با کامپیوتر نیز بسیار تاثیرگذار است. هرچه کار با کامپیوتر برای کودک ملموس‌تر باشد؛ عملکرد بهتری نیز خواهد داشت. در شرایط دنیای کنونی این امر درخور توجه است. چون تا چند سال پیش کودکان توجه زیادی به کامپیوتر داشتند و کار با آن را تا حدود زیادی بلد بودند. اما در حال حاضر استفاده از موبایل‌های هوشمند با صفحه‌ی قابل لمس بر کار با کامپیوتر پیشی گرفته است. تا آنجا که بخشی از کودکان هرگز موس را دست نگرفته‌اند.

علاوه‌براین شرایط محیطی نیز روی عملکرد آنها موثر است. در واقع حالت روحی فرد می‌تواند نتیجه‌ی محسوسی بر رفتار وی بگذارد. اگر کودک روز سختی را پشت‌سر گذاشته باشد نمی‌توان از وی انتظار زیادی داشت.

۱–۷–۵– اختلالات مشابه اوتیسم

چالش جدی دیگر این است که بسیاری از علائم رفتاری در اوتیسم ممکن است شبیه علائمی باشند که در اختلالات دیگری نظیر بیش‌فعالی و یا افسردگی مشاهده می‌شوند. بنابراین در روش‌هایی که عملکرد کودک را در نظر می‌گیرند باید به این نکته توجه داشت که ممکن است اوتیسم با اختلال دیگری اشتباه گرفته شود. درواقع صرف وجود اختلال در عملکرد یک کودک نمی‌تواند موید وجود اختلال اوتیستیک باشد.

اما به هر حال نمی‌توان این موضوع را نادیده گرفت که استفاده از روش‌های هوشمند می‌تواند منجر به بالارفتن نرخ تشخیص این اختلال، مخصوصا در آن دسته از مبتلایان که در رده‌ی اختلال پایین‌تر

از متوسط دارند، شود. زیرا در رده‌های بالاتر از متوسط معمولا رفتار کودک بسیار متفاوت است و کنار آمدن با وی به قدری برای والدین سخت می‌شود که مجبور می‌شوند برای رفتار درمانی اقدام کنند. اما در مورد اختلال کمتر از متوسط، ممکن است حساسیت زیادی وجود نداشته باشد؛ حال آنکه همین سطح هم می‌تواند تأثیر جدی در عملکرد کودک داشته باشد و یادگیری وی را به‌شدت تحت شعاع قرار دهد. این مسائل حتی در طولانی مدت و با افزایش سن، می‌توانند منجر به افزایش شدت اختلال شوند و حتی نرخ رفتارهای پرخطر اجتماعی را در مبتلایان بالاتر ببرند.

۱–۸– معرفی فصل‌های بعدی

فصل بعدی به بررسی مختصری درباره‌ی اوتیسم می‌پردازیم. صحبت از اوتیسم به اختصار چندان ساده نیست، زیرا این اختلال ابعاد مختلفی دارد. با این حال در فصل بعد تلاش شده این مفهوم و طیف اختلالاتی که در برمی‌گیرد به‌طور شایسته‌ای بیان شوند تا پیش‌زمینه‌ی مناسبی برای بررسی‌های بعدی فراهم آید. همچنین درباره‌ی تشخیص و درمان اوتیسم نیز توضیحاتی داده شده است. البته درمان در اوتیسم بیشتر به معنای بهبود عملکرد شخص است؛ نه حذف اوتیسم از زندگی فرد. در ادامه‌ی این فصل به بررسی شبکه‌های عصبی پرداخته‌ایم. شبکه‌های عصبی هم ابزار ساده و کارآمدی برای بازنمایی دانشی که در زمینه وجود دارد را فراهم می‌کنند و هم در نتیجه‌گیری مفید هستند.

فصل سوم مروری دارد بر کارهایی که قبلا در زمینه‌ی تشخیص اوتیسم به کمک سیستم‌های هوشمند انجام شده است می‌پردازد. بسته به اینکه مبنای تشخیص چه باشد روش‌های مختلفی نیز ارائه شده‌اند. منظور از مبنای تشخیص بیشتر آن است که تشخیص بر چه خصوصیتی متکی باشد؛ مثلا آیا با توجه به تصاویری که از مغز فرد به دست آمده عمل تشخیص انجام می‌شود و یا با توجه به رفتار وی. البته باید درنظر داشت که تا به امروز هنوز آن‌گونه که باید به این موضوع پرداخته نشده است و فعالیت‌های مرتبط با این تئوری عمدتا در ابتدای راه هستند.

در فصل چهارم به بررسی روشی که در این پایان‌نامه استفاده شده است می‌پردازیم. عمده‌ی کار برمبنای تحقیقات میدانی و برقراری ارتباط با کودکان مبتلا به اختلال اوتیسم انجام شده است.

فصل پنجم نتیجه‌گیری کلی از این پایان‌نامه پرداخته و سپس پیشنهادهایی ارائه داده است که می‌تواند مبنایی برای تحقیقات آینده باشد.

فصل دوم

تئوری‌های مرتبط

۲–۱– اهداف فصل

در این فصل به بررسی پیش‌نیازهای لازم می‌پردازیم. ابتدا شرحی بر اختلال اوتیسم و طیف اختلالاتی که زیرمجموعه‌ی آن هستند می‌پردازیم. سپس درباره‌ی تشخیص و درمان اوتیسم صحبت می‌کنیم. پس از آن به نقش بازی و اهمیت آن در رشد کودکان اشاره می‌شود و از این منظر بازی کردن کودکان اوتیستیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. این موضوع از نظر طراحی سیستمی که با رفتار کودکان اوتیستیک هماهنگ بوده و در عین حال بتواند در تصمیم‌گیری موثر باشد اهمیت فراوان دارد.

در ادامه فصل به تعریف شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌پردازیم. هرچند این شبکه‌ها بسیار شناخته شده هستند و صحبت از آنها تکراری بنظر می‌رسد اما چون این شبکه‌ها در فصل‌های آینده برای نیل به هدف به‌کار برده شده‌اند بررسی مختصری در این زمینه خالی از لطف نیست.

۲–۲– اوتیسم

اوتیسم در حقیقت یک اختلال در رشد عملکرد مغز که منشا آن یک جهش ژنتیکی است. این اختلال بر رشد طبیعی مغز در حیطه‌ی تعاملات اجتماعی و مهارت‌های ارتباطی تاثیر می‌گذارد. تا کنون هیچ درمان قطعی برای اوتیسم پیدا نشده‌است، اما در برخی موارد آغاز هرچه زودتر آموزش می‌تواند در بالابردن رشد اجتماعی فرد و کاهش رفتارهای نامطلوب موثر واقع گردد (۱).

۲-۲-۱- طیف اختلالات اوتیسم[۴]

اوتیسم شامل طیفی از اختلالات است که به طور کلی می‌توان آنها را در پنج دسته قرار داد؛ سندروم آسپرگر[۵]، اختلال اوتیستیک[۶]، سندروم رِت[۷]، اختلال فروپاشی دوران کودکی[۸] و اختلال نافذ رشد غیر طبقه‌بندی شده[۹] (۲).

مشکلات در برقراری ارتباطات اجتماعی، مشکلات ارتباط کلامی و داشتن الگوهای کلیشه‌ای و تکراری در رفتار و علائق سه مشخصه اساسی ASD است؛ گرچه هر فرد خصوصیات و سبک بیماری مخصوص به خود را دارد و تفکیک اختلالاتی که در این طیف هستند بیشتر به درجه این کمیت‌ها بستگی دارد نه به نوع آنها. این امر جداکردن سندروم‌هایی طیف اوتیسم از یکدیگر را سخت می‌کند؛ به همین خاطر تمام این اختلالات تحت عنوان طیف اختلالات اوتیسم معرفی می‌شوند.

۲-۲-۱-۱- سندروم آسپرگر

خفیف‌ترین نوع اوتیسم سندروم آسپرگر است. کودکان مبتلا به این سندروم به گونه‌ای افراطی و وسواس‌گونه به یک شیء و یا یک موضوع علاقه نشان می‌دهند. مهارت‌های اجتماعی آنها به طور قابل توجهی ضعیف است و اغلب حرکات نسنجیده و ناهماهنگ دارند و اصطلاحا بی‌دست‌وپا به نظر می‌رسند. اما در مهارت‌های زبانی رشد خوبی دارند.

مبتلایان به سندروم آسپرگر معمولا هوش نرمال تا بالای متوسط دارند. در بزرگسالی احتمال ابتلای آنها به افسردگی و تشویش بیشتر است (۳).

4 . Autism Spectrom Disorger(ASD)
5. Asperger Syndrome
6 . Autism Disorder
7. Rett Syndrome
8. Childhood Disintegrative Disorder
9 Pervasive Developmental Disorder, Not Otherwise Specified (PDD-NOS)

۲-۲-۱-۲- اختلال اوتیستیک

کودکانی که نشانه‌های شدیدتری از طیف اختلالات اوتیسم را دارند اغلب در این دسته خواهندبود. مهارت‌های کلامی و ارتباط اجتماعی در آنها کاستی‌های شدیدتری دارد و رفتارهای تکراری بیشتری دارند. در بسیاری از موارد عقب‌ماندگی ذهنی و تشنج نیز دارند.

۲-۲-۱-۳- سندروم رت

سندروم رت بسیار نادر است و تنها روی دختربچه‌ها اثر می‌گذارد. عموما بین ۶ماهگی تا ۱۸ماهگی کودک به تدریج به اطرافیان پاسخ نمی‌دهد، دستش را از دست دیگران می‌گیرد و مهارت‌های زبانی خود را از دست می‌دهد. مشکلاتی در هماهنگی رفتارهایش مشاهده می‌شود که به تدریج افزایش می‌یابند. رشد سر به طور قابل توجهی کند می‌شود و تا سن دو سالگی از اندازه‌ی طبیعی خود بسیار فاصله می‌گیرد. با گذشت زمان تاخیر رشد در سایر قسمت‌های بدن کودک نیز آشکار می‌شود. سندروم رت معمولا به خاطر یک جهش ژنتیکی ایجاد می‌شود. در دوره‌ی درمان تمرکز بیشتر روی ورزش درمانی و گفتار درمانی است (۳).

۲-۲-۱-۴- اختلال فروپاشی دوران کودکی

این اختلال شدیدترین و البته نادرترین دسته در طیف اختلالات اوتیسم است. در این گروه ابتدا کودک طبیعی است. اما در سنین دو تا ده سالگی به تدریج بخشی از مهارت‌های اجتماعی، کلامی و حتی توانایی‌های فکری خود را از دست می‌دهد. در بیشتر موارد تشنج نیز اتفاق می‌افتد. کودکانی که به این اختلال مبتلا شوند اغلب نشانه‌های شدیدتری دارند و نمی‌توانند مهارت‌های از دست رفته خود را بازپس‌گیرند.

۲-۲-۱-۵- اختلال نافذ رشد غیرطبقه‌بندی شده

بیشتر مبتلایان به اوتیسم در این گروه قرار می‌گیرند. به دلیل گوناگونی علائم بالینی در این گروه، تشخیص آن کمی سخت است. اما به طور کلی علائم آن به شرح زیر است:

- مشکلات در برقراری ارتباط اجتماعی
- مهارت‌های زبانی بهتر از کودکان با اختلال اوتیسم، اما نه به خوبی کودکانی که در گروه سندروم آسپرگر قرار می‌گیرند.
- رفتارهای تکراری کم‌تر از کودکانی که اختلال اوتیسم و آسپرگر دارند.
- سن آغاز دیرتر

هیچ دو کودکی با اختلالات مربوط به این دسته وجود ندارند که علائم دقیقا یکسان داشته باشند. معمولا اگر کودکی در ارزیابی‌های تخصصی مبتلا به اختلالات اوتیسم تشخیص داده شود، اما تمام نشانه‌های اختلال اوتیسم را نداشته باشد در این دسته قرارمی‌گیرد (۳).

۲-۲-۲- چگونگی تشخیص

در فرآیند تشخیص اوتیسم برمبنای علائم رفتاری و شخصیتی کودک تشخیص داده شود که آیا نشانه‌های اوتیسم در وی مشاهده می‌شود یا خیر. و اینکه این نشانه‌ها ابتلا به کدام گونه از اوتیسم را نشان می‌دهند. برای این منظور معیارهایی تعریف شده است (۴). معمولا کارمندان مراکز بهداشت از معیارهایی برای تشخیص اوتیسم در کودکان بهره می‌برند. یک لیست استاندارد از این سوالات که پاسخ آنها می‌تواند به تشخیص اوتیسم در کودکان نوپا کمک شایانی داشته باشد نسخه‌ی بهبودیافته‌ی چک لیست برای اوتیسم در کودکان نوپا[10] نام دارد (۵و۶).

10. Modified version of Checklist for Autism in Toddlers (MCHAT)

۲-۲-۳- درمان

تاکنون روش‌های درمانی مختلفی برای بهبود اوتیسم و کاهش رفتارهای غیرقابل قبول آزموده شده است. گرچه برخی داروها ،مانند ریتالین، برای کاهش رفتارهای خشن و پرخاشجویانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ هیچ داروی مشخصی برای درمان اوتیسم وجود ندارد.

۲-۲-۳-۱- سیستم تحلیل رفتار عملی[11]

این سیستم شامل استراتژی‌هایی برای افزایش رفتارهای مثبت و کاهش رفتارهای منفی است. این استراتژی‌ها عموما بر دو اصل استوارند؛ پاداش مثبت برای رفتار مناسب و جداکردن کودک از محیط برای رفتار منفی. به‌عنوان نمونه در نظر بگیرید کودک هنگامی که مادرش اتاق را ترک می‌کند شروع می‌کند به فریاد زدن. در این هنگام مادر برمی‌گردد و کودک را در آغوش می‌گیرد. با این کار مادر برای فریاد زدن کودک به او پاداش داده است و این رفتار منفی ناخواسته در ذهن کودک تقویت می‌شود. بهتر است به جای این کار مادر پیش از رفتن درباره‌ی این موضوع با کودک صحبت کند و او را آگاه سازد. در این صورت کودک بهتر با این مسئله کنار خواهد آمد. اگر باز هم کودک پس از رفتن مادر پرخاش کرد بهتر است حواس او را معطوف به کار دیگری کنیم (۴).

۲-۲-۳-۲- سیستم ارتباط از طریق مبادله‌ی تصویر[12]

روش‌های زیادی بر پایه‌ی اصول ABA بنا شده‌اند که از میان آنها می‌توان به روش نسبتا موفق PECS اشاره کرد.

این روش در حقیقت ابزاری برای کمک به کودکان و حتی بزرگسالانی که مشکلات برقراری ارتباط، ادراک و مشکلات جسمی از قبیل فلج مغزی، نابینایی و ناشنوایی دارند استفاده می‌شود. PECS برای

11 Applied Behavior Analysis (ABA)
12. Picture Exchange Communication System (PECS)

آموزش مهارت‌های ارتباطی با تاکید بر خودانگیختگی این مهارت طراحی شده است. این روند باید دربردارنده‌ی شرایط مختلف و مفاهیم گوناگون باشد تا استفاده کنندگان آن مهارت‌های لازم برای آنچه که می‌خواهند را کسب کنند. PECS نیاز به تجهیزات علمی و ابزارهایی گران‌قیمتی ندارد؛ تنها از نمادهای تصویری بهره می‌برد. ثابت شده است که این روش تاثیر مناسبی در کاهش ناتوانایی‌های مربوط به برقراری ارتباط در کودکان مبتلا به ASD دارد.

این روش بر ارتباط و آموزش معنادارتاکید دارد، چون معتقدند که یک چیز معنادار در فرد انگیزه به وجود می‌آورد.

یکی از سردمداران این نظریه باندی می‌باشد که شیوه هرم آموزش را مطرح کرد.

این هرم در پایه شامل موارد زیر است:

i. مشوق‌های قوی
ii. ارتباط معنادار اجتماعی
iii. جلوگیری از رفتارهای نابهنجار

و ابعاد آن به شرح زیر می‌باشد:

i. تعمیم
ii. استراتژی‌های آموزشی
iii. طراحی آموزش موثر
iv. کاهش و اصلاح اشتباهات

اساس آموزش در PECS ابعاد این هرم می‌باشد. هدف از آموزش در این روش استقلال و زندگی مستقل می‌باشد. در نخستین گام راه‌های برقراری ارتباط به کودک آموزش داده می‌شود و به تدریج که کودک مهارت‌های بیشتری را می‌آموزد با آموزه‌های پیچیده‌تر و کاربردی‌تری روبرو می‌شود که به او در برقراری ارتباط با جامعه کمک می‌کند (۷).

PECS دارای ۶ مرحله است که در ادامه هر کدام توضیح داده شده‌اند.

فاز(۱): با شیء مشوق برای کودک آغاز می شود. در ابتدا وقتی کودک می خواهد آنرا بگیرد، تصویر شی با کمک دستیار مربی در دست مربی که روبروی کودک نشسته است؛ قرار می گیرد و مربی با لبخند اسم شی را میگوید و بلافاصله آنرا به کودک می دهد. در پایان این فاز کودک یک تصویر را از روی میز برمی دارد و به چیزی که می خواهد می رسد.

فاز(۲): مربی بتدریج از کودک دورتر می شود و فاصله تصویر نیز از کودک افزایش می یابد. در پایان این فاز کودک به تنهایی قادر است تصویر شی مشوق را بردارد و به طرف مربی رفته و تبادل را انجام دهد. در این فاز کودک اصرار و پافشاری را تمرین می کند.

فاز(۳): آموزش تمایز بین تصاویر را به کودک می آموزد. این فاز در ابتدا با دو تصویر آغاز می شود که یکی تصویر شی دلخواه و دیگری تصویر شی ناخوشایند یا خنثی است. در پایان این فاز کودک قادر است از بین ۲۰-۱۵ تصویر، آیتم دلخواه خود را از کتاب ارتباطی انتخاب کند و تبادل را انجام دهد.

فاز(۴): در این فاز اندازه تصاویر کوچکتر شده است و کودک می آموزد که برای درخواست کردن از عبارت "من می خواهم" همراه با آیتم موردنظر استفاده کند و آیتم مورد نظر را کنار این عبارت در نوار جمله چسبانده و نوار جمله را با مربی تبادل نماید. در پایان این فاز کودک قادر خواهد بود جملات طولانی تری با استفاده از حرف ربط "و" بسازد.

فاز(۵): در این فاز کودک یاد می گیرد به سئوال مستقیم "چه چیز می خواهی؟" از طریق تصاویر پاسخ دهد و در پایان فاز این کار را به تمام فعالیت های روزانه تعمیم دهد.

فاز(۶): در این مرحله کودک علاوه بر درخواست، می تواند اظهارنظر کند و به سئوالاتی مانند "چه چیز می بینی؟"و "چه چیز داری؟" توسط کارت "من می بینم" یا "من دارم" یا عبارات مشابه پاسخ دهد. در پایان این فاز این مهارت ها به فعالیت های روزانه تعمیم می یابد.

پس از طی فازهای مذکور کودکان شروع به کاربرد مفاهیم در زبان (مانند صفات، فعل، مفهوم مکان و زمان) می کنند و بتدریج تقویت کننده های عینی جای خود را به پاداش های ثانویه می دهد.

لازم به یادآوری است که در تمامی این فازها در ابتدای فاز نیاز به کمک فیزیکی کمک مربی بود تا کودک قادر به کسب مهارت لازم گردد. همچنین در همه فازها به منظور افزایش تعمیم دهی نقش مربی و کمک مربی پیوسته با یکدیگر جابجا می گردد (۷).

۲-۲-۴- اوتیسم و بازی

۲-۲-۴-۱- نقش بازی در رشد کودک

وقتی از بازی صحبت به میان می‌آید اولین چیزی که به ذهن می‌رسد بازی با اسباب بازی است. البته این می‌تواند گمراه کننده باشد. یک کودک سالم سه ساله را در یک اتاق پر از اسباب‌بازی‌های ناآشنا رها کنید. او به سرعت از کنار هرکدام می‌گذرد، درحالی که نمی‌داند واقعا با آنها چه باید بکند. او به یک بزرگتر احتیاج دارد که به او کمک کند و بعد کودک می‌تواند این تجربه را با کودک دیگری در میان بگذارد.

بنابراین این تعامل با دیگران از صرف بازی با اسباب‌بازی مهم‌تر است. در حقیقت این عکس‌العمل بزرگترها طریقه برقراری تعامل با دیگران و شرایط جدید را به کودک می‌آموزد. با این تعریف کلید بازی کردن تعامل است.

به کمک بازی، و خصوصا بازی‌های گروهی، کودکان می‌توانند بر دانش عمومی خود بیافزایند، علاقه‌مندی‌های خود را بروز دهند، روابط اجتماعی خود را تقویت کنند و مهم‌تر اینکه تقسیم وظایف، کار گروهی، مدیریت اختلاف نظرها و حتی نقش‌های آینده‌ی خود را تمرین کنند.

در واقع کودکان در بازی‌های خود دنیای کوچک و امنی می‌سازند که می‌توان در آن تمام نقش‌های دنیای واقعی را شبیه‌سازی کرد. از طرفی در بسیاری موارد عملکرد کودکان در بروز مستقیم احساسات

خود به وسیله‌ی کلام محدود است؛ زیرا هم هنوز مهارت‌های ارتباط کلامی آنها کامل نشده و هم گاه دایره واژگانی آنها برای بروز احساساتشان کفایت نمی‌کند. همین مسائل موجب می‌شود بررسی بازی‌های کودکان یکی از روش‌های معمول در روانشناسی برای بررسی رفتار آنها باشد (۸).

بازی کردن به کودک کمک می‌کند در زمینه‌های مختلف چه به لحاظ فردی و چه به لحاظ اجتماعی رشد کند. برخی از کاربردهای بازی که در رشد فکری کودک موثرند در ادامه مطرح شده‌اند.

- توسعه‌ی فهم نمادین[۱۳] برای درک اینکه اسباب‌بازی‌ها می‌توانند مدل حقیقی خود را ارئه کنند. توانایی استفاده از نمادها به این شکل کودکان را قادر می‌سازد جهان حقیقی و ارتباط با محیط اطرافشان را بیاموزند و ساختارهای لازم زبانی و ارتباط کلامی را در جایگاه خود قرار دهند.
- بررسی اینکه مواد چگونه کار می‌کنند و اعمال ما چگونه بر محیط تاثیر می‌گذارند. برای مثال اگر ماشین روی یک سطح شیبدار رها شود به پایین می‌رود.
- درک افکار و احساسات گوناگون از طریق قرار دادن کودک در موقعیت‌های مختلف در بازی.
- کار کردن بر روی ارتباطات بین انسان‌ها، چگونگی رفتار با آنها و اینکه در موقعیت‌های مختلف چه چیزی مورد انتظار است. برای نمونه بازی‌کردن نقش پزشک، آموزگار و خانواده.
- بیان تصورات و خلاقیت‌ها به کمک موسیقی، رقص، نقاشی، خمیر بازی و سایر ابزارها به کودک احساس ارزشمند بودن و سربلندی در پیروزی‌هایش را می‌دهد.
- یادگیری برخورد با اتفاقات روزمره به وسیله‌ی اسباب‌بازی‌ها و داستان‌هایی که می‌توان با آنها اجرا کرد.

البته کودکان از دلایل بازی کردنشان آگاه نیستند؛ آنها فقط می‌دانند که دوست دارند بازی کنند.

با این تعاریف می‌توان گفت ASD یعنی بازی نکردن. زیرا مبتلایان به اوتیسم مطابق رسوم معمول و شناخته‌شده بازی نمی‌کنند (۸).

13 . Symbolic understanding

۲-۲-۴-۲- بازی در اوتیسم

شواهد بالینی و پژوهشی قابل توجهی وجود دارد که نشان می‌دهد کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم در رشد بازی‌های اجتماعی دارای تاخیر، انحراف و عسرت هستند. این مساله مربوط به اختلالاتی می‌شود که قبلا نیز به آنها اشاره شد. در زیر به طور خلاصه به مشکلاتی که مرتبط به این موضوع هستند می‌پردازیم.

- مشکلات ارتباط کلامی در بیان و فهم مفاهیم
- مشکلاتی در برقراری ارتباط اجتماعی. این کودکان تمایلی به اینکه تجربه‌های شخصی خود را با دیگران به اشتراک بگذارند ندارند، همچنین مشکلات جدی در فهم افکار و احساسات و منظور دیگران و تفسیر اشارات غیرکلامی مثل حالات صورت و تن صدا در این سندروم بسیار شایع است.
- مشکلاتی در تصور. ناتوانی در تصور موقعیت‌های خیالی، که اغلب منجر به رفتارهای تکراری و وسواس‌گونه‌ای می‌شود که فقط برای خود آن کودک معنی‌دار است.

هر کدام از شرایطی که ذکر شد یک جزء ضروری است که در مجموع به کودکان توانایی بازی کردن می‌دهد. بنابراین عجیب نیست که کودکان مبتلا به اوتیسم دست به فعالیت‌های تکراری و خسته کننده‌ای می‌زنند که تنها برای خود آنها راحت و بامعنی است؛ گرچه ممکن است این رفتارها به نظر دیگران تکراری، خسته کننده و نامناسب باشد (۹).

وایت[۱۴] سه جنبه‌ی مهم بازی اجتماعی را که می‌تواند از اوتیسم تاثیر بپذیرد اینگونه برمی‌شمرد:

- اهداف اجتماعی: به اشتراک‌گذاری توجه و فهم، قوانین احساسی و اصول رقابت اجتماعی.
- پیچیدگی بازی‌های شناختی: پرورش بیشتر و پیچیده‌تر تعاملات.
- شأن اجتماعی: ارزیابی دیگران و مورد ارزیابی قرار گرفتن (۱۰).

14 . White

کلید فهم رشد بازی‌های اجتماعی در اوتیسم طرح سوالاتی است که توسط ولفبرگ[15] تنظیم شده‌اند. بهره‌ی اجتماعی به میزان موفقیت کودک در بازی‌های گروهی با همسالان خود بستگی دارد. سوالاتی که توسط ولفبرگ مطرح شده‌اند به این مسئله می‌پردازند که بهره‌ی اجتماعی که در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیستیک وجود دارد نسبت به سایر کودکان چگونه است (۱۱). به عبارت دیگر، آیا کودکان نیازمند یادگیری بازی‌ها به گونه‌ای هستند که آنها را اجتماعی کند، یا باید اجتماعی باشند تا بتوانند بازی کنند؟

مشکلاتی در رشد بازی‌های نمایشی در کودکان مبتلا به اوتیسم گزارش شده است. گرچه در صورتی که این بازی‌ها ساختار دقیقی داشته باشند آنها هم می‌توانند نقش‌هایی را به عهده گیرند (۸و۹).

۲-۳- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی روش‌هایی هستند که تلاش می‌کنند با الهام‌گرفتن از مغز زیستی، عمل یادگیری و پردازش اطلاعات در مغز را شبیه‌سازی کنند. این روش‌ها عموما برای یادگیری ماشین و یا بازنمایی دانش استفاده می‌شوند. کاربرد گسترده‌ی این روش‌ها در حل مسائلی است که الگوریتم مشخصی برای آنها وجود ندارد و تلاش ما صرفا برای آن است که بتوانیم با استفاده از مشاهدات تجربی به دست آمده از یک رویداد، دانشی را درباره‌ی آن به دست آوریم.

۲-۳-۱- شبکه‌های عصبی زیستی

مغز انسان شبکه‌ای گسترده است که شامل میلیاردها سلول عصبی است. هرکدام از این سلول‌ها می‌تواند با چندین هزار سلول عصبی دیگر ارتباط داشته باشد. همین گستردگی دلیل توانایی‌های بالقوه‌ی مغز انسان است.

15 . Wolfberg

در نرون‌های زیستی،هر نرون می‌تواند از طریق اتصالاتی که با دیگر نرون‌ها دارد پالس‌های الکتروشیمیایی دریافت کند. اگر مجموعه‌ی این پالس‌ها از یک حد آستانه بیشتر شود، در خروجی سلول یک پالس الکتروشیمیایی صادر می‌شود که به نرون‌هایی که با نرون مذکور در ارتباط هستند می‌رسد.

۲-۳-۲- ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی

تاکنون انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه شده است. یکی از شناخته‌شده‌ترین آنها شبکه‌های پرسپترون هستند. در این شبکه‌ها چند نرون وجود دارد. هر کدام از این نرون‌های مصنوعی، مدلی ساده‌تر شده از نرون‌های زیستی هستند.

نرون مصنوعی نیز مدل ساده شده‌ای از مکانیسم نرون زیستی است. نرون‌ها می‌توانند در چند لایه تعریف شوند. نرون‌های هر لایه با نرون‌های لایه‌ی بعد ارتباط دارند. میزان ارزش هرکدام از این اتصالات، که به آن وزن گفته می‌شود، بیانگر ارزش آن ورودی است. به این صورت که هر چه وزن یک اتصال بیشتر باشد، ورودی متناظر با آن تاثیر بیشتری در خروجی خواهد داشت. همچنین یک تابع فعالساز وجود دارد که درباره‌ی خروجی نرون تصمیم‌گیری می‌کند؛ به این صورت که اگر مقدار این تابع از یک حد آستانه، که از پیش تعریف شده است، بیشتر شود، خروجی نرون فعال خواهد بود (خروجی ۱ می‌شود) و در غیراین‌صورت خروجی نرون غیرفعال (صفر) خواهد بود.

توابع فعالساز انواع مختلفی دارند. برد این توابع معمولا در بازه‌ی صفر تا یک تعریف می‌شود. در جدول (۲-۱) روابط مربوط به برخی از توابع فعالساز آورده شده است.

جدول (۲- ۱) برخی از توابع فعالساز

نام تابع فعالساز	رابطه‌ی ریاضی مربوط به تابع
purelin	$F(x) = x$
Satlins	$F(x) = \begin{cases} -1; & -1 < x \\ x; & -1 \le x \le 1 \\ 1 & x > 1 \end{cases}$
Logistic	$F(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$
TanH	$F(x) = \frac{2}{1+e^{-2x}} - 1$
Softsign	$F(x) = \frac{x}{1+\lvert x\rvert}$

۲-۳-۳- یادگیری در شبکه‌های پرسپترون چندلایه

یادگیری در شبکه‌های عصبی مصنوعی عبارتست از تغییر وزن‌ها به گونه‌ای که نگاشتی مناسب از ورودی به خروجی به وجود آید. به‌طور کلی سه دیدگاه اساسی در یادگیری مطرح است؛ یادگیری با مربی، یادگیری بدون مربی (خود سازمانده)، یادگیری با منتقد (یادگیری تقویتی).

یادگیری با مربی در شرایطی مطرح است که مقدار خروجی از پیش برای شبکه تعریف شده باشد. اگر خروجی صریحی وجود نداشته باشد معمولا یادگیری بدون ناظر است؛ این حالت بیشتر در دسته‌بندی اتفاق می‌افتد. اگر خروجی صریح وجود نداشته باشد، اما هدف ما مشخص باشد و با بازخوردهایی که از محیط می‌گیریم بتوانیم میزان رضایتمندی از نتیجه را اندازه بگیریم خواهیم گفت دیدگاه ما یادگیری سیستم به کمک منتقد است.

برای تحقق یادگیری روش‌هایی مطرح شده‌اند که برخی از آنها عبارتند از: یادگیری تصحیح خطا، یادگیری هب، یادگیری بولتزمان و یادگیری رقابتی.

همان‌طور که پیشتر گفته شد، در این مسأله، مقدار خروجی از قبل و به طور صریح تعیین شده است. بنابراین یادگیری ما با ناظر خواهد بود. برای انجام یادگیری نیز از روش تصحیح خطا استفاده شده است. به این صورت که در هر بار تکرار، شبکه‌ی عصبی تلاش می‌کند وزن‌ها را به گونه‌ای تغییر دهد که خطا کاهش یابد.

در عمل هر نرون را می‌توان به عنوان یک خط جداساز تعریف کرد که می‌تواند کلاسه‌بندی جزئی را انجام دهد.

فصل سوم

راهکارهای پیشین

در سال‌های گذشته توجه به اوتیسم افزایش یافته است. برخی معتقدند میزان شیوع این بیماری در حال افزایش است؛ برخی دیگر نیز معتقدند که میزان شیوع افزایش نیافته است، بلکه نرخ تشخیص آن بالاتر رفته است. به‌هرحال همین مسئله موجب شده است که تشخیص و درمان اوتیسم به یکی از مسائل مهم در برنامه‌ریزی کشورها تبدیل شود.

در حال حاضر روش‌های موجود برای تشخیص و درمان اوتیسم بیشتر روش‌های بالینی هستند که به‌صورت رو در رو و از طریق تعامل متخصصین و درمان‌گران با فرد مبتلا انجام می‌شوند. بااین‌حال تلاش‌هایی برای انجام این فعالیت‌ها به‌صورت سیستماتیک و به کمک کامپیوتر آغاز شده است. این روش‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی کلی تقسیم کرد؛ روش‌هایی برای تشخیص اوتیسم و روش‌هایی برای درمان آن.

۳-۱- سیستم‌های هوشمند و درمان اوتیسم

سیستم‌هایی که برای درمان اوتیسم پیشنهاد شده‌اند اغلب شامل بازی‌های کامپیوتری هستند که برای افزایش عملکردهای مثبت در این کودکان طراحی شده‌اند (۱۲). این سیستم‌ها می‌توانند هم بستر نرم‌افزاری داشته باشند و هم بستر سخت‌افزاری (۱۳).

از میان روش‌های نرم‌افزاری می‌توان به سیستم‌هایی اشاره کرد که برای بهبود عملکرد کودکان اوتیستیک طراحی شده‌اند (۱۴و۱۵). یک نمونه از چنین سیستم‌هایی در (۱۶) معرفی شده است. در این مقاله یک سیستم که برای تبلت‌ها طراحی شده است که از آن برای بالا بردن سطح مهارت‌های ارتباطی کودکان اوتیستیک استفاده می‌شود. برای ارتقای رفتارهای اجتماعی این کودکان نیز بازی‌های هوشمندی طراحی شده است (۱۷و۱۸). هرچند کودکان مخاطب اصلی این تحقیقات هستند اما گاهی برای بزرگسالان نیز روش‌هایی ارائه می‌شود (۱۹).

سخت‌افزارهای طراحی شده در این زمینه بیشتر شامل اسباب‌بازی‌های هوشمندی هستند که در جهت بالابردن مهارت‌ها و یا تمرکز کودکان استفاده می‌شوند (۲۰و۲۱و۲۲). همچنین در (۲۳) رباتی طراحی شده است که پاسخ‌های کاربر را ثبت می‌کند و بر مبنای این پاسخ‌ها تلاش می‌کند عملکرد خود را به‌گونه‌ای تغییر دهد که پاسخ‌های بهتری دریافت کند.

۳-۲- سیستم‌های هوشمند و تشخیص اوتیسم

سیستم‌هایی که برای تشخیص اوتیسم پیشنهاد شده‌اند بیشتر تلاش می‌کنند از رویکردهایی که در تشخیص بالینی اوتیسم وجود دارد استفاده کنند. سه راهکار که در این مورد به‌صورت بالینی استفاده می‌شوند و برای شبیه‌سازی آنها سیستم‌های هوشمندی نیز ارائه شده است عبارتند از: تشخیص به کمک تصاویر MRI، تشخیص به کمک سیگنال‌های EEG و تشخیص به کمک ویژگی‌های رفتاری. در بخش‌های بعدی هر کدام از این راهکارها را معرفی خواهیم کرد.

۳-۲-۱- تشخیص به کمک تصاویر MRI

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که رشد مغز در افراد اوتیستیک با دیگران تا حدی متفاوت است (۱).

تصویرسازی تشدید مغناطیسی (MRI) یک روش متداول برای تصویربرداری از اندام‌های درونی، از جمله مغز، است که در آن از امواج مغناطیسی و رادیویی استفاده می‌شود. از آنجا که اوتیسم به معنای وجود اختلالی در رشد مغز است، می‌توان از این روش برای بررسی روند تکامل مغز و به‌طورویژه شکل و ضخامت ماده‌ی خاکستری استفاده کرد. به همین خاطر در سال‌های اخیر روش‌های مختلفی برای تشخیص این بیماری به کمک تصاویر حاصل از MRI ارائه شده‌اند.

در این روش با استناد به بافت مغزی شخص امکان ابتلا به اوتیسم بررسی می‌شود. برای این منظور از مغز فرد تصاویر MRI گرفته می‌شود. این تصاویر به عنوان ورودی برای سیستم پیش‌بین خواهد بود.

سپس یک کلاسه‌بند برای تفکیک تصاویر MRI مربوط به مغز افراد دارای اختلال از تصاویر MRI افراد سالم طراحی می‌شود (۲۴). پس از آموزش کلاسه‌بند انتظار می‌رود مدلی از بافت مغز افراد سالم و همینطور افراد دارای اختلال ساخته شده باشد. بنابراین برای یک نمونه‌ی جدید باید انتظار داشت کلاسه‌بند بتواند وجود و یا عدم وجود اختلال را در فرد تشخیص دهد.

در (۲۵) بر اساس تصاویر MRI مغز افراد و به کمک سیستم‌های خبره روشی برای تشخیص اوتیسم پیشنهاد شده است. در این روش از نوع بهبودیافته‌ای از شبکه‌های عصبی توابع پایه‌ی شعاعی[۱۶] با نام کلاسه‌بند نرونی تابع پایه‌ی شعاعی مشتق شده[۱۷] استفاده شده است. از روش بررسی تفاوت‌های کانونی در آناتومی مغز[۱۸] (VBM) برای بررسی ماده‌ی خاکستری مغز استفاده شده است. VBM یک روش تحلیل تصاویر مغزی است که در آن می‌توان به کمک روش‌های آماری به بررسی فاصله‌ی کانونی در آناتومی مغز پرداخت. به کمک این روش عمل استخراج ویژگی انجام شده است و سپس با استفاده از یک کلاسه‌بند گاوسی[۱۹] بهبودیافته شدت اوتیسم در فرد تخمین زده شده است.

در (۲۶) از نتایجی که از تصویرسازی تشدید مغناطیسی کارکردی[۲۰] برای بررسی بهتر ویژگی‌ها استفاده شده است. این روش یک فیلتر مکانی[۲۱] تعیین کرده‌است که ماتریس کواریانس سیگنال‌های سری زمانی وابستگی سطح اکسیژن خون[۲۲] را از افراد اوتیستیک و افراد عادی را در جهت متعامد به دست می‌آورد به‌گونه‌ای که بیشترین جداپذیری را داشته باشند. همچنین وارون این فیلتر یک الگوی نگاشت سه‌بعدی را به دست می‌دهد که به کمک آن می‌توان نواحی خاصی از مغز را مشخص نمود که مسئول فعالیت‌های متمایز بین مبتلایان به اختلال اوتیسم و سایرین را دارند. بر طبق مشاهدات به دست آمده تفاوت ناحیه‌ای در فعالیت‌های حالت استراحت معمولا در نیمکره‌ی راست مغز اتفاق می‌افتند (۲۶).

16 . Radial Basis Function Neural Network (RBFNN)
17 . Extended Metacognitive Radial Basis Function Neural Classifier
18 . Voxel Based Morphometry(VBM)
19 . Gaussian
20 . Functional Magnetic Resonance Imaging (FMRI)
21 . spatial Filter
22 . Blood Oxygen Level Dependent (BOLD)

۳-۲-۱-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر تصاویر MRI

بررسی تصاویر MRI می‌تواند اطلاعات مفیدی درباره‌ی ساختار مغزی فرد به دست دهد. معمولا در تشخیص بالینی اوتیسم نیز پس از آنکه ویژگی‌های رفتاری این اختلال مشاهده شد متخصص از تصاویر MRI استفاده می‌کند. بنابراین ارائه‌ی سیستمی که بتواند این کار را انجام دهد گام مثبتی در افزایش ضریب تشخیص این بیماری خواهد بود.

۳-۲-۱-۲- معایب روش‌های مبتنی بر تصاویر MRI

ثبت تصاویر MRI عملی پرهزینه است. در واقع نمی‌توان انتظار داشت که این کار برای تمام کودکان انجام شود. به همین دلیل پس از اینکه اختلالات رفتاری در کودک مشاهده شود تصاویر مغزی وی بررسی می‌شود. بنابراین از این روش‌ها نمی‌توان برای غربالگری استفاده نمود.

مشکل اساسی‌تری نیز در این زمینه مطرح است. هرچند گفته می‌شود که رشد مغز در کودکان اوتیستیک با سایرین متفاوت است؛ اما منظور این نیست که ساختار مغز کلا متفاوت است. در واقع تفاوت‌ها غالبا چشمگیر نیستند. به علاوه این تفاوت از ساختار چندان مشخصی پیروی نمی‌کند (۱). این مسئله صحت دسته‌بندی را تا حدود زیادی پایین می‌آورد. همچنین در این روش رفتار فرد بررسی نمی‌شود. درحالی‌که در تشخیص اوتیسم رفتار فرد مهم‌ترین فاکتور است.

۳-۲-۲- تشخیص به کمک سیگنال‌های EEG

در این روش سیگنال EEG فرد ثبت می‌شود. سیگنال EEG ،یا همان نوار مغزی، شامل فعالیت الکتریکی مغز است. از آنجا که مغز با پیام‌های الکتریکی کار می‌کند می‌توان با بررسی سیگنال مغزی فرد، فعالیت آنرا بررسی نمود. در بررسی‌های بالینی شاهد آن هستیم که ارتباطات بین لایه‌های مختلف مغز در افراد مبتلا به اختلال اوتیسم، ضعیف‌تر از افراد عادی است. به‌طور خاص‌تر، در بخش‌هایی که مربوط به مهارت‌های کلامی است این ضعف بیشتر مشاهده می‌شود.

بنابراین با ثبت سیگنال مغزی فرد می‌توان به وجود و یا عدم وجود اختلال در آن پی برد. برای این منظور می‌توان به کمک تبدیل فوریه[۲۳] فرکانس‌های سیگنال را از آن استخراج کرد و بر اساس آن عمل تشخیص را به کمک یک کلاسه‌بند انجام داد (۲۷).

۳-۲-۲-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های EEG

همانند روش قبلی، این روش نیز گام مثبتی در تشخیص اوتیسم است. سیستم‌هایی از این دست می‌توانند در تشخیص این اختلال بسیار کمک کننده باشند. به کمک این سیستم‌ها پزشک می‌تواند وجود اختلال در عملکرد مغز را بهتر و دقیق‌تر ارزیابی کند. همچنین این سیستم‌ها در مناطقی که پزشک در دسترس نیست می‌توانند به تنهایی وجود و یا عدم وجود اختلال را تشخیص دهند.

۳-۲-۲-۲- معایب روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های EEG

برای ثبت سیگنال‌های مغزی نیاز به صرف وقت و هزینه داریم. بنابراین این روش برای غربالگری مناسب نیست. به‌علاوه، همانند روش قبلی، در این روش نیز به رفتار فرد توجهی نمی‌شود. حال آنکه در امر تشخیص و حتی درمان اوتیسم مهم‌ترین پارامتر رفتار فرد است. در واقع تمرکز اصلی ما بر این مطلب است که آیا اختلالی در رفتار فرد وجود دارد که برای وی مشکل‌ساز باشد یا خیر. اما در این روش به رفتار فرد اهمیتی داده نمی‌شود.

۳-۲-۳- تشخیص به کمک ویژگی‌های رفتاری

در رویکردی متفاوت، از ویژگی‌های رفتاری برای بررسی وجود و یا عدم وجود اختلال اوتیستیک استفاده شده‌است. این روش از رویکرد بالینی برای تشخیص اوتیسم استفاده می‌کند (۲۸). همانطور که قبلا نیز مطرح شد معمولا از معیارهایی برای تشخیص اوتیسم استفاده می‌شود که شامل یک لیست از رفتارهایی است که نمایانگر تفاوت بین افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیستیک با سایرین است.

23. Fourier transform

برای انجام عمل تشخیص با این روش ابتدا باید مجموعه داده‌ای بر اساس ویژگی‌های رفتاری افراد ایجاد کرد. برای ساخت این مجموعه داده باید با بررسی رفتار فرد به هر کدام از سوالات موجود در لیست موردنظر پاسخ داد. این پاسخ‌ها بردار ویژگی را برای هر فرد می‌سازد. سپس با اعمال این ورودی‌ها به یک کلاسه‌بند درباره وجود و یا عدم وجود اختلال در فرد می‌توان تصمیم گرفت(۲۹).

نکته‌ای که در تهیه‌ی پاسخ‌ها باید درنظر داشت، شیوه‌ی نمره‌دهی است. در برخی پرسشنامه‌ها تنها دو گزینه وجود دارد؛ آری و یا خیر. در برخی دیگر چند پاسخ وجود دارد؛ مثلا: اصلا، کم، تا حدودی، زیاد. در تشخیص‌های سیستماتیک، از آنجا که عمل محاسبات توسط رایانه انجام می‌شود، می‌توان حتی از این سطح هم فراتر رفت و پاسخ را پیوسته انتخاب کرد. به عنوان مثال، از والدین کودک بخواهیم به رفتاری خاص در کودکشان یک عدد بین ۰ تا ۱۰۰ اختصاص دهند، و یا عددی در بازه‌ی صفر تا یک.

واضح است که هرچه تعداد سطوح در دسترس برای اندازه‌گیری بیشتر باشد، عدد مطرح شده بیان بهتری از رفتار فرد خواهد بود. اما نکته‌ی حائز اهمیت این است که در این حالت پاسخگویی بسیار سخت می‌شود. زیرا هیچ معیاری وجود ندارد که بخواهیم بر مبنای آن صحت پاسخ‌ها را بسنجیم. چالش بزرگ این روش آن است که پاسخ‌های ما بسیار سلیقه‌ای خواهند شد. چون تعریف هر پدر و مادری نسبت به رفتار کودکش ممکن است متفاوت با دیگری باشد. با این رویکرد، مسئله‌ی سلیقه‌ای شدن پاسخ‌ها هیچ راه حلی ندارد. شاید یک راه این باشد که به‌جای پرسش از والدین کودک، از یک متخصص بخواهیم این کار را انجام دهد. در این حالت، پاسخ‌های ما یک‌دست‌تر خواهند شد. با این حال هنوز هم از حالت ایده‌آل فاصله داریم. چون فرد متخصص زمان کمی را با هر کودک خواهد گذراند و در نتیجه پاسخ‌های وی صرفا برداشت سطحی او از عملکرد کودک است. همچنین با این روش مجموعه داده‌ی ما به شدت محدود می‌شود. زیرا فقط باید از یک نفر متخصص بپرسیم، وگرنه

باز هم بحث سلیقه‌ای بودن پاسخ‌ها دردسرساز خواهد بود. بالطبع یک متخصص با تعداد کودکان کمی در ارتباط است.

در (۳۰) یک روش فازی ساده برای تشخیص اوتیسم مطرح شده است. در این تحقیق، ابتدا یک پرسشنامه تهیه شده است که شامل ۱۵ ویژگی رفتاری مرتبط با اوتیسم است. سپس از یک متخصص بالینی خواسته شده که با بررسی عملکرد هر کودک، پرسشنامه را درمورد وی تکمیل کند. این اطلاعات به عنوان داده‌های اولیه‌ی سیستم استفاده خواهند شد. برای بیان میزان ابتلای فرد به اوتیسم ۴ گروه معرفی شده است؛ نرمال، خفیف، متوسط و شدید. سپس با استفاده از توابع فازی‌سازی میزان عضویت هر ورودی به هر کلاس تعیین می‌شود. با توجه به این‌که تعلق هر ورودی خاص به کدام کلاس بیشتر است، مشخص می‌شود که آن ورودی در چه گروهی دسته‌بندی می‌شود.

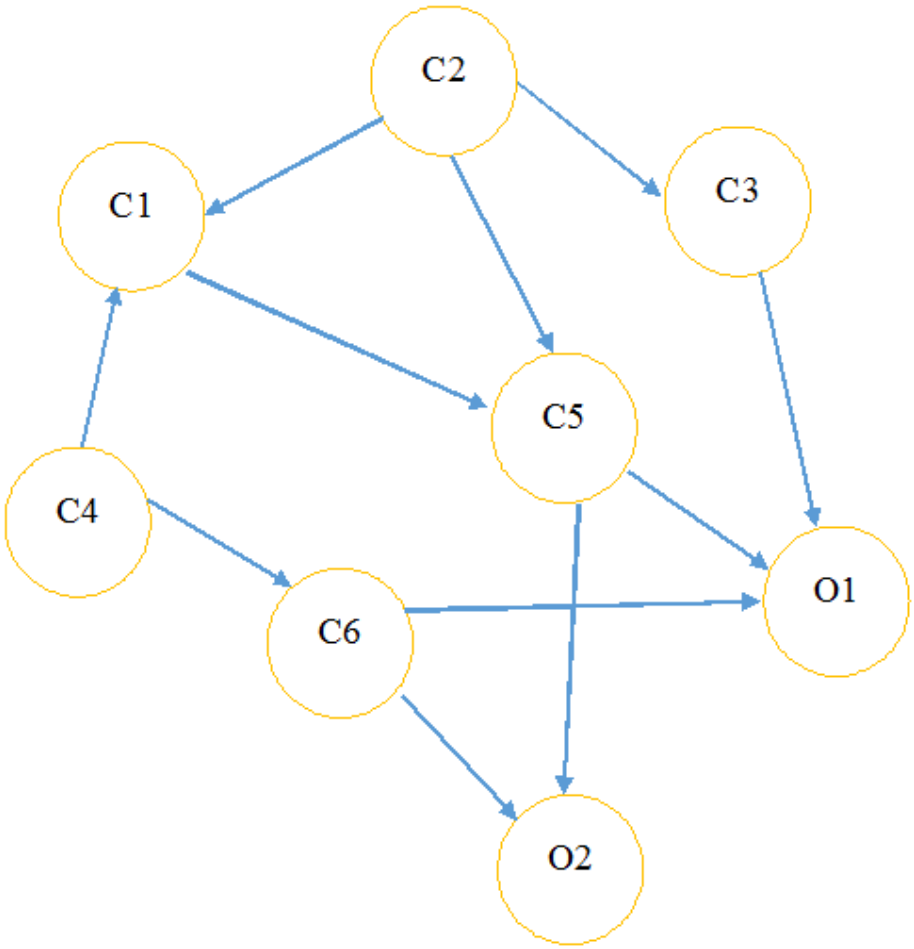
در (۳۱) روشی سیستماتیک مطرح شده و از آن برای تشخیص اوتیسم با این رویکرد استفاده شده است. در این مقاله از ترکیب FCM-DDNHL و یادگیری دسته‌جمعی[۲۴] برای تشخیص بیماری اوتیسم با توجه به نشانه‌های رفتاری فرد استفاده شده است.

مجموعه داده‌ی مورد استفاده شامل ۴۰ رکورد است که هرکدام یک بردار ۲۴تایی از ویژگی‌ها هستند؛ ۲۳تا از این ویژگی‌ها علائم رفتاری فرد است و آخرین ویژگی میزان اختلال در وی. هر ویژگی به کمک یک عدد در بازه‌ی $[0,1]$ بیان شده است که بزرگتر بودن آن بیانگر بیشتر بودن شدت ویژگی مذکور در فرد است.

برای بیان دانش موجود در این زمینه از FCM استفاده شده است. (Fuzzy Cognitive Maps (FCMs ساختاری مناسب برای نمایش و مدل‌سازی دانش موجود در یک زمینه‌ی خاص است. با این روش می‌توان پدیده‌های مختلف و روابط علت و معلولی بین آنها را به سادگی بیان کرد. شکل زیر نمای کلی

24 . Ensemble learnig

از یک FCM را نشان می‌دهد که بصورت گرافی جهت‌دار بیان شده است و در تشخیص طبی کاربرد دارد.



شکل (۳-۱) نمای کلی FCM

گره‌های S بیانگر نشانه‌های بیماری هستند و گره‌های O بیانگر بیماری‌هایی که ممکن است با این نشانه‌ها در ارتباط باشند. همانطور که در شکل مشخص است، ارتباطات موجود تنها بین ورودی و خروجی‌ها نیست؛ بلکه ورودی‌ها نیز می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند. همچنین هر کدام از اتصالات می‌توانند دارای وزنی باشند که بیانگر میزان نزدیکی آنها است. به کمک این یال‌ها می‌توان نشان داد

که هر پدیده از چه پدیده‌های دیگری و به چه میزانی تاثیر می‌پذیرد. با این تعریف ۳ نوع رابطه قابل تعریف است:

- $W_{ij} > 0 \rightarrow$ وابستگی مثبت
- $W_{ij} < 0 \rightarrow$ وابستگی منفی
- $W_{ij} = 0 \rightarrow$ بدون رابطه

به این ترتیب دانش مربوط به روابط مذکور در یال‌های گراف بیان شده است که همبستگی بین علت و معلول را به‌طورخلاصه بیان می‌کند.

اگر مقدار هر مفهوم که با C_i بیان می‌شود در زمان t، در بردار حالت $A_i(t)$ قرار داشته باشد؛ حالت کل FCM در لحظه‌ی t را می‌توان با بردار طبق رابطه‌ی (۳-۱) بیان نمود که برداری در فضای nبعدی است.

$$A(t) = [A_1(t), \dots, A_n(t)] \qquad (۳-۱)$$

برای محاسبه‌ی مقدار A_i در هر مرحله از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود.

$$A_i^{(k+1)} = f(\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{N} A_j^{(k)}.w_{ji}^{(k)}) \qquad (۳-۲)$$

در رابطه‌ی (۳-۲) $A_i(k+1)$ ارزش C_i در لحظه‌ی k+1 است. W_{ij} وزن اتصال بین C_i و C_j است و f یک تابع آستانه‌گذاری سیگموئید است که مطابق رابطه‌ی(۳-۳) محاسبه می‌شود.

$$f(x) = 1/(1+e^{-\lambda x}) \qquad (۳-۳)$$

در این رابطه λ یک عدد مثبت است که اینجا λ=1 فرض شده است. بنابراین بردار حالت در هر مرحله را می‌توان مطابق رابطه‌ی (۳-۴) محاسبه نمود.

$$A^k = A^{k-1} + A^{k-1}.W \qquad (۳-۴)$$

برای محاسبه‌ی خروجی این روند تا آنجا تکرار می‌شود که تفاوت بین دو خروجی به دست آمده در دو مرحله از تکرار، از حد معینی کمتر باشد.

بنابراین اگر ورودی‌ها را بدانیم و همچنین بتوانیم وزن‌ها را به درستی تعیین کنیم؛ خروجی ما که همان میزان ابتلای فرد به اوتیسم است به سادگی محاسبه می‌شود.

همانطور که قبلا گفته شد، ورودی‌ها بر مبنای آزمون‌های روانشناسانه به دست می‌آیند. برای تعیین وزن‌ها نیز سه دیدگاه کلی وجود دارد؛ تعیین وزن‌ها توسط یک فرد متخصص، استفاده از روش‌های یادگیری ماشینی ویا ترکیبی از هر دو. در این مقاله از دیدگاه سوم استفاده شده است. یعنی ابتدا یک فرد خبره وزن‌های اولیه را تعیین نموده است، سپس از روش‌های یادگیری برای بهبود آنها استفاده شده است. نکته‌ی حائز اهمیت در این دیدگاه آن است که اگر وزنی از ابتدا صفر تعیین شده باشد، در طول اجرای الگوریتم تغییر نخواهد کرد.

برای یادگیری روش‌های مختلفی ارائه شده است که کارایی متفاوتی نیز دارند. هیچ تضمینی برای برتری یک روش نسبت به سایر روش‌ها وجود ندارد و کارا بودن یک روش نسبت به سایرین بیشتر بستگی به ساختار مساله مورد بررسی دارد.

در یادگیری دسته‌جمعی چند یادگیر مختلف برای حل یک مساله آموزش می‌بینند؛ به این امید که حاصل ترکیب این یادگیرها نتیجه‌ی بهتری به دست دهد. بنابراین، برخلاف روش‌های معمول که تلاش می‌کنند یک فرضیه را مطابق داده‌های آموزشی یادبگیرند؛ یادگیری دسته‌جمعی تلاش می‌کند مجموعه‌ای از فرضیه‌ها را بسازد و سپس نتیجه حاصل از فرضیه‌های مختلف را با یکدیگر ترکیب کند. یک راه ساده برای ترکیب نتایج، میانگین‌گیری از آنهاست. به این معنی که پس از اتمام آموزش، میانگین خروجی‌های حاصل از یادگیرها (و در حالت گسسته اکثریت آرا) به عنوان نتیجه برگشت داده شود. این مطلب در رابطه‌ی (۳-۵) قابل مشاهده است.

$$y_{com}(x) = \frac{1}{M}\sum_{m=1}^{M} y_m(x) \qquad (۵-۳)$$

برای ترکیب یادگیرها روش‌های مختلفی ارائه شده است که از معمول‌ترین آنها می‌توان به bagging و boosting اشاره کرد که هرکدام در ادامه معرفی شده‌اند.

Bagging

در این رویکرد ابتدا مجموعه داده‌های مختلفی بر اساس مجموعه داده‌ی اولیه ساخته می‌شوند و سپس هر کدام از این مجموعه‌ها به عنوان مجموعه آموزشی برای یک یادگیر استفاده می‌شود و به هنگام نتیجه‌گیری خروجی حاصل از همه یادگیرها با یکدیگر ترکیب می‌شود. این روند با نام bootstrap aggregation و یا bagging شناخته می‌شود. اگر میزان خطای میانگین به ازای هر یادگیر را به صورت رابطه‌ی (۳-۶) محاسبه کنیم.

$$E_{AV} = \frac{1}{M}\sum_{m=1}^{M} E_x\left[\in_m (x)^2\right] \qquad (۶-۳)$$

ثابت خواهد شد که خطای حاصل از ترکیب این روش‌ها مطابق رابطه‌ی (۳-۷) خواهد بود.

$$E_{COM} = \frac{1}{M} E_{AV} \qquad (۷-۳)$$

که در آن M تعداد یادگیرهاست. البته باید در نظر داشت که برای محاسبه‌ی این مقدار یک فرض اساسی انجام شده است؛ اینکه میزان خطای حاصل از یادگیرهای مختلف به یکدیگر وابسته نیستند. درحالی‌که در عمل معمولا خطاها وابستگی بالایی با یکدیگر دارند و به همین دلیل نیز کاهش خطای کلی معمولا ناچیز است. با این حال می‌توان ثابت کرد که این مقدار، از مقدار خطای میانگین بیشتر نخواهد بود. این مطلب در رابطه‌ی (۳-۸) مطرح شده است.

$$E_{COM} \leq \frac{1}{M} E_{AV} \qquad (۸-۳)$$

اما روش‌های مناسب‌تری برای ترکیب یادگیرها وجود دارد که منجر به بهبودهای چشم‌گیری نیز خواهند شد. به عنوان نمونه boosting.

Boosting

boosting روشی قدرتمند برای ترکیب چند کلاسه‌بند پایه است به صورتی که بتوان کارایی بسیار بهتری از تک تک کلاسه‌بندها به دست آورد. در این مقاله از پرکاربردترین الگوریتم به نام AdaBoost استفاده شده است که در ادامه به توضیح آن می‌پردازیم.

در Boosting حتی اگر کلاسه‌بندهای پایه کارایی کمی بهتری از کلاس‌بندی تصادفی داشته باشند باز هم کارایی نهایی قابل توجه خواهد بود. تفاوت عمده‌ی boosting با bagging در آن است که در boosting کلاسه‌بندهای پایه پشت‌سرهم آموزش می‌بینند و هرکدام از فرم وزن‌داری از مجموعه داده‌ها استفاده می‌کنند که ضرایب هر داده بستگی به کارایی کلاسه‌بند قبلی دارد. در واقع، به داده‌هایی که در هر مرحله اشتباه دسته‌بندی می‌شوند در مرحله‌ی بعد وزن بیشتری اختصاص داده می‌شود. در نهایت پس از آموزش تمام کلاسه‌بندها، پیش‌بینی‌های کلاسه‌بندهای پایه بصورت وزن‌دار با یکدیگر ترکیب می‌شود.

۳-۲-۳-۱- مزایای روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های رفتاری

مهم‌ترین حسن این روش توجه به ویژگی‌های رفتاری است. در دو روش قبلی تمرکز ما بر ساختار و مکانیسم مغز بود. بااین‌حال آنچه در اوتیسم برای ما حقیقتا مهم است رفتار فرد می‌باشد. در حقیقت، صرف‌نظر از رفتار مغز، ما می‌خواهیم بدانیم آیا فرد در زندگی اجتماعی خود دچار مشکلاتی هست و یا خیر تا اگر چنین مشکلاتی وجود داشته باشند درصدد رفع آنها برآییم. بنابراین روشی که بتواند ویژگی‌های رفتاری یک فرد را بسنجد بسیار به هدف ما نزدیکتر خواهد بود.

۳-۲-۳-۲- معایب روش‌های مبتنی بر ویژگی‌های رفتاری

ایراد اصلی که در این روش وجود دارد مسئله‌ی سلیقه‌ای شدن پاسخ‌هاست. ما از والدین و یا اطرافیان کودک می‌خواهیم رفتار وی را ارزیابی کنند و آنها مطابق سلیقه‌ی خود به سوالات ما پاسخ می‌دهند. حتی بسیاری از والدین نمی‌خواهند بپذیرند کودک آنها به اختلالات رفتاری دچار است. بنابراین ممکن است پاسخ‌ها بسیار غیرواقعی باشند. این مسئله موجب می‌شود قابلیت تعمیم‌پذیری در این روش بسیار کاهش یابد.

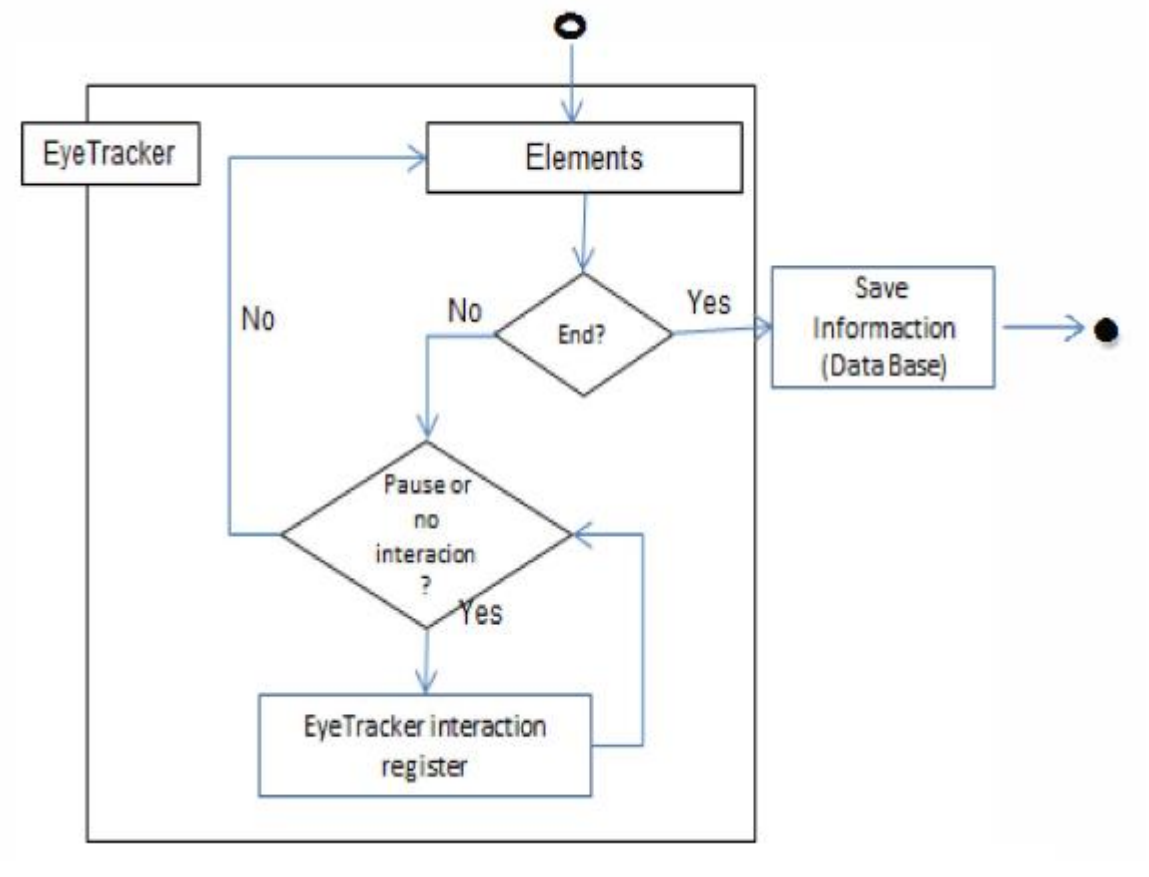
۳-۲-۴- تشخیص هوشمند

تا به اینجا روش‌هایی که معرفی شدند همگی از یک مجموعه داده‌ی معنی‌دار که مستقیما با اوتیسم مرتبط هستند، استفاده می‌کردند. همان‌گونه که قبلا مطرح شد، یکی از رویکردهای نوین در هوش مصنوعی، فهم رفتار کاربر است. در این زمینه نیز کارهای مختلفی انجام شده است. دامنه‌ی چنین فعالیت‌هایی به تشخیص اختلالات رفتاری نیز رسیده است.

در (۳۲) یک روش خودکار برای بررسی رفتار و عملکرد در کودکان اوتیستیک ارائه شده است. در این مقاله از دو مجرا برای اندازه‌گیری رفتار کودکان استفاده شده است. اولین راه یک بازی کامپیوتری ساده است که در آن در سه مرحله از کودک خواسته می‌شود یک شیء را انتخاب کند. در اولین مرحله اشیاء شکل‌های هندسی هستند و در دو مرحله‌ی بعد، از شکل شیرینی‌ها شامل شکلات، بستنی، کیک و کیک فنجانی استفاده شده است. سپس اطلاعاتی شامل موقعیت موس و یا انگشت، موقعیت شیء، زمان انجام هر مرحله، تعداد موفقیت‌ها و تعداد خطاها را ثبت می‌کند. مجرای بعدی ردیاب چشم[۲۵] است که به کمک آن جهتی که چشم چپ و راست نگاه می‌کند و همچنین اندازه‌ی مردمک ثبت می‌شود. در شکل (۱) روند اجرای بازی مشاهده می‌شود. همچنین یک بستر اینترنتی برای ارسال اطلاعات جمع‌آوری شده به سرور وجود دارد.

البته در این مقاله صرفا به جمع‌آوری این اطلاعات اکتفا شده است.

25 .Eye tracker



شکل ۳. ۱. روند اجرای بازی (۳۲)

۳-۳- نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری رفتار کودکان اوتیستیک گام مهمی در تشخیص سیستماتیک اوتیسم خواهد بود. به کمک چنین روش‌هایی می‌توان پارامترهای رفتاری کودکان اوتیستیک را در قالب متغیرهای سیستمی بیان نمود.

به‌طورکلی روش‌های تشخیص اوتیسم را می‌توان در ۲ گروه دسته‌بندی کرد. روش‌هایی که بر ساختار و مکانیسم مغز تمرکز دارند و روش‌هایی که بر رفتار فرد تمرکز دارند.

۳-۳-۱- روش‌های مبتنی بر ساختار و عملکرد مغز

روش‌هایی که بر مبنای ساختار و مکانیسم مغزی فرد تمرکز دارند در دو دسته جای می‌گیرند. روش‌های مبتنی بر تصاویر مغزی و روش‌های مبتنی بر سیگنال‌های مغزی. در این روش‌ها داده‌های ورودی به‌صورت کمی و توسط سیستم‌های مکانیزه ثبت شده‌اند. ایراد اصلی این روش‌ها توجه نکردن به ویژگی‌های رفتاری افراد است. این روش‌ها هیچ توجهی به وجود و یا عدم وجود اختلال در رفتار فرد ندارند. مشکل دیگر این روش‌ها وقت‌گیر بودن و پرهزینه بودن آنهاست. این روش‌ها معمولا هنگامی کاربرد دارند که یک روانکاو وجود اختلال در رفتار کودک را تایید کرده باشد. بنابراین این روش‌ها برای غربالگری کودکان اوتیستیک مناسب نیستند. پس از مشاهده وجود اختلال در فرد از این روش‌ها برای اطمینان بیشتر استفاده می‌شود.

۳-۳-۲- روش‌های مبتنی بر رفتار

روش‌هایی که بر رفتار فرد تمرکز دارند می‌توانند وجود اختلال در رفتار فرد را به خوبی نشان دهند. از آنجا که این روش نیاز به آزمایش‌های پیچیده و تخصصی ندارد برای غربالگری کودکان اوتیستیک مناسب است. والدین می‌توانند با پاسخ به سوالات این سیستم رفتار کودک خود را ارزیابی کنند.

ایراد اصلی این روش‌ها بحث سلیقه‌ای شدن ورودی‌هاست. چون ورودی‌های سیستم به پاسخ‌هایی که از والدین پرسیده می‌شود بستگی دارند. تفاوت‌هایی که در بیان و دیدگاه‌های والدین کودکان مختلف وجود دارد قابلیت تعمیم‌دهی این سیستم‌ها را پایین می‌آورد.

۳-۳-۳- روش پیشنهادی این پایان‌نامه

با توجه به مطالبی که گفته شد به این نتیجه می‌رسیم که در بحث تشخیص اوتیسم توجه به ویژگی‌های رفتاری فرد اهمیت بیشتری دارد. بیان رفتار فرد در غالب متغیرهای سیستمی مسئله‌ی چالش‌برانگیزی است. اگر با پرسش از اطرافیان فرد بخواهیم رفتار وی را بسنجیم پاسخ‌ها سلیقه‌ای خواهند شد.

بنابراین یک راه مناسب استفاده از سیستمی است که بتواند رفتار فرد را اندازه‌گیری کند. چنین سیستمی می‌تواند پس از اندازه‌گیری رفتار فرد درباره‌ی آن قضاوت کند.

در این پایان‌نامه نیز از همین دیدگاه برای تشخیص اوتیسم استفاده شده است. یک واسط کاربری با کودک وارد تعامل می‌شود و عملکرد وی را ثبت می‌کند. سپس بر مبنای این عملکرد شدت اختلالات اوتیستیک را در کودک تشخیص می‌دهد.

فصل چهارم

راهکار ارائه شده در این پایان‌نامه

در فصل قبل به توضیح چند روش برای تشخیص اوتیسم پرداختیم. نکته‌ی مهمی که باید در نظر داشته باشیم آن است که تشخیص مشکلات رفتاری به کمک سیستم‌های هوشمند چندان ساده نیست؛ به علاوه، به دلیل پیچیدگی بالای مسأله، چنین سیستم‌هایی غالبا خطای بالایی دارند. با این حال تلاش برای تشخیص آنها به کمک روش‌های هوشمند همچنان ادامه دارد. به این امید که از این طریق بتوان گامی برای تشخیص چنین بیماری‌هایی برداشت به‌طوری‌که هم هزینه‌های تشخیص کمتر شود و هم دقت تشخیص بالاتر رود. همچنین نباید این نکته را فراموش کرد که گاها تشخیص مشکلات رفتاری به لحاظ بالینی نیز مشکل بوده و با خطاهای فراوانی همراه است. حتی ممکن است نوع بیماری از سوی پزشک اشتباه تشخیص داده شود. بنابراین در بسیاری از موارد وجود یک سیستم کامپیوتری می‌تواند مشاور خوبی در امر تشخیص باشد.

تشخیص اولیه در اوتیسم پایان کار نیست؛ بلکه تلاش اصلی بر این پایه استوار است که پس از انجام تشخیص اولیه، برنامه‌ی آموزشی و کار درمانی آغاز شود تا به کمک آن بتوان عملکرد فرد را بهبود داده و رفتارهای مطلوب را در وی بالا برد. بنابراین یک کاربرد موثر چنین سیستم‌هایی آن است که، علاوه بر تشخیص اولیه، روند بهبود عملکرد فرد را نیز پیگیری کنند. در واقع سیستمی که بتواند میزان ابتلا به اوتیسم را در فرد اندازه بگیرد، می‌تواند به عنوان پزشک همراه و همواره حاضری به حساب آید که هم رفتار فرد مذکور را تحت‌نظر دارد و هم می‌تواند مشوق وی بوده و پیشرفت او را تحسین کند. چنین رویه‌ای هم در انجام تشخیص و هم در بهبود حالت درونی فرد بسیار کمک‌کننده خواهد بود.

۴-۱- رویکرد اتخاذ شده در این پایان‌نامه

همانگونه که در فصل قبل اشاره شد، روش‌های مبتنی بر خصوصیات فیزیولوژیکی فرد، نظیر بررسی ساختار ژنتیکی و یا بررسی تصاویر مغزی، به دلیل پیچیدگی‌های فراوان و همچنین محدودیت‌هایی که دارند، در این پایان‌نامه چندان مدنظر نیستند. بلکه بیشتر به دنبال بررسی سازوکاری برای تشخیص اوتیسم به کمک ویژگی‌های رفتاری فرد هستیم.

در ادامه به توضیح راهکاری که در این پایان‌نامه استفاده شده است می‌پردازیم.

۴-۲- مشخصات کلی سیستم

سیستم طراحی شده قابل تفکیک به دو بخش کلی است. بخش اول شامل روشی برای استخراج ویژگی‌های موردنیاز است. سپس یک موتور استنتاج به تحلیل این ویژگی‌ها می‌پردازد. هدف ما آن است که در نهایت بتوانیم یک بردار ورودی را در یکی از ۴ گروه قرار دهیم. شکل (۴-۱) نمای کلی روند کار را نشان می‌دهد.

شکل(۴- ۱) نمای کلی سیستم

در ادامه‌ی فصل هر یک از این بخش‌ها جداگانه بررسی شده‌اند.

۴-۳- ساخت مجموعه ویژگی‌ها

در اولین مرحله، آنچه که می‌تواند اساس سیستم را تعریف کند ویژگی‌ها هستند. ویژگی‌ها به ما نشان می‌دهند که دیدگاه ما نسبت به مسئله چگونه است و اساسا صورت سوال را به چه صورت مطرح می‌کنیم. اگر فرآیند یادگیری در یک سیستم هوشمند را به‌عنوان محور اصلی حل مسئله تعریف کنیم، آنچه که اتفاق می‌افتد استخراج دانشی است که بر مبنای ورودی‌های سیستم انجام می‌شود. با این تعریف، نوع داده‌ها بخش مهمی از صورت مسئله هستند و تفاوت‌هایی که در زمینه‌ی تشخیص اوتیسم

وجود دارد را می‌توان تفاوت در داده‌های ورودی تعریف کرد. بنابراین بسته به اینکه تشخیص ما بر چه اساسی استوار است روش استخراج ویژگی نیز متفاوت خواهد بود.

هدف ما در این پایان‌نامه آن است که بتوانیم برمبنای ویژگی‌های رفتاری فرد وجود و یا عدم وجود اختلال را در وی تشخیص دهیم. به همین منظور سیستم طراحی شده باید بتواند با توجه به نوع تعامل کاربر با رایانه درمورد ابتلا و یا عدم ابتلای وی به اوتیسم تصمیم‌گیری کند. در واقع رویکرد ما باید به‌گونه‌ای باشد که سیستم بتواند اطلاعات مرتبطی را استخراج کند.

از آنجا که هدف اصلی ما در این ارزیابی کودکان هستند باید از واسطی استفاده کنیم که به اندازه‌ی کافی جذاب باشد. بنابراین بهتر است از طرح معماهای پیچیده و یا استفاده از نمادهای گیج‌کننده خودداری کنیم. به‌علاوه از آنجا که کودکان اوتیستیک غالبا کمتر می‌توانند تمرکز خود را روی یک موضوع خاص حفظ کنند، باید طراحی این واسط به نحوی باشد که کودک را خسته نکند. این امر به ما کمک می‌کند که بتوانیم با قشر وسیع‌تری از این کودکان ارتباط برقرار کنیم.

بهتر است تعامل کودک با سیستم به طور مستقیم انجام شود و تا حد امکان نیاز به دخالت فرد دیگری نباشد. این امر نرخ همکاری را بالا می‌برد؛ زیرا به‌تجربه ثابت شده است کودکان اوتیستیک با اشیاء راحت‌تر ارتباط برقرار می‌کنند تا با افراد. البته حضور شخصی که بتواند روند انجام کار را به کودک نشان دهد بسیار کمک کننده است، مخصوصا به این دلیل که اکثر این کودکان به دلیل کم سن و سال بودن هنوز خواندن و نوشتن نمی‌دانند. به‌همین دلیل بهترین راه این است که درعین اینکه فردی برای راهنمایی کودک حضور دارد، طراحی سیستم به‌گونه‌ای باشد که کودک بتواند بدون نیاز به صحبت کرد با آن فرد و یا برقراری تماس چشمی با وی، مراحل را پشت‌سر گذارد. درغیراین‌صورت قشری که با سیستم ارتباط برقرار می‌کنند بسیار محدود خواهد شد.

با در نظر گرفتن این مسائل، یک بازی ساده طراحی شده است که در ادامه آنرا توضیح خواهیم داد.

۴-۳-۱- واسط کاربری

در این بازی از کودک خواسته می‌شود دو شکل هندسی را از یکدیگر تمییز دهد؛ دایره و مربع. این بازی از ۵ مرحله تشکیل شده است. دایره‌ها و مربع‌ها روی صفحه چیده شده‌اند و ما از کودک می‌خواهیم روی دایره‌ها کلیک کند. پس از اولین کلیک بر روی هر دایره، رنگ آن تغییر خواهد کرد. کلیک‌های اضافی نیز اشتباه تلقی خواهند شد. همچنین کلیک بر روی مربع‌ها اشتباه است. مراحل به ترتیب سختی چیده شده‌اند و پس از کامل شدن هر مرحله، وارد مرحله‌ی بعد می‌شویم. اگر در یک مرحله کودک تمایلی به ادامه نداشته باشد، از آن مرحله صرف‌نظر می‌کنیم.

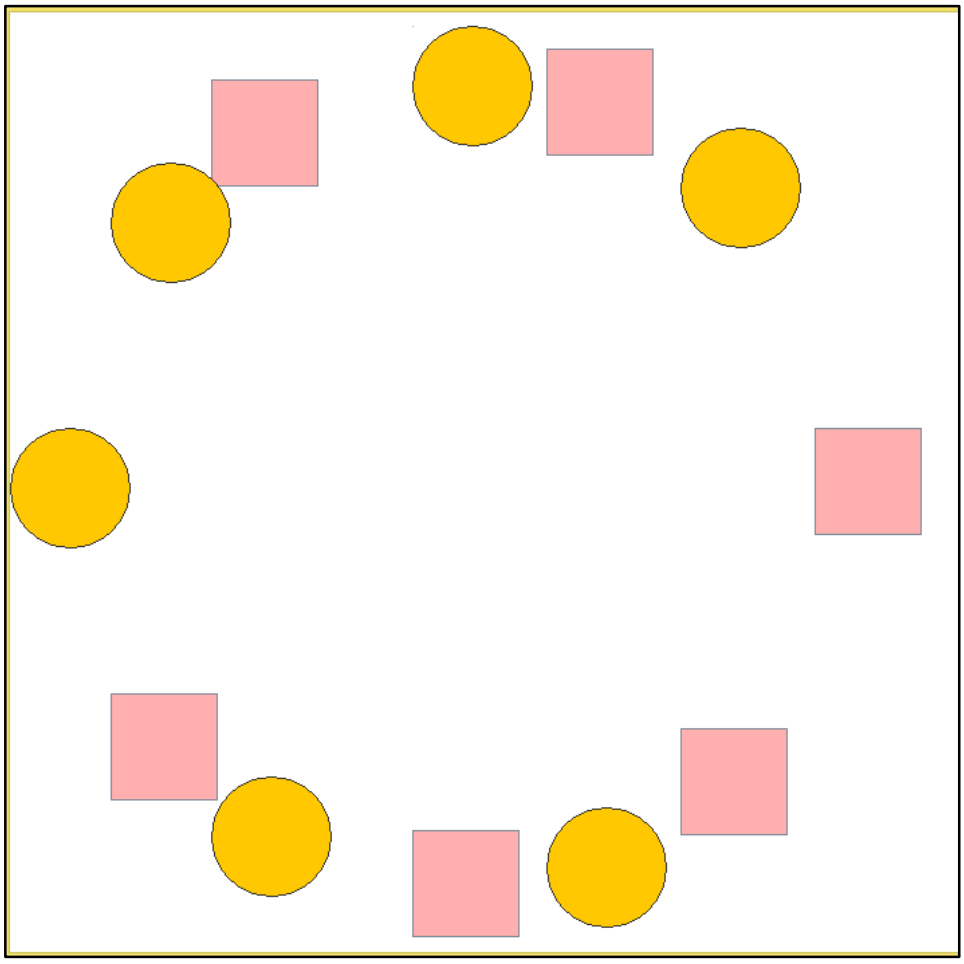
۴-۳-۱-۱- پیگیری درمان

در ابتدای انجام کار مربی یک عدد را به عنوان شناسه‌ی کاربر وارد می‌کند. این شناسه همان شماره‌ی پرونده‌ی کودک است که از قبل تعیین شده است. سیستم این شناسه را جستجو می‌کند. اگر شناسه‌ی مذکور از پیش ثبت نشده باشد آنرا در یک فایل ثبت می‌کند. سپس از مربی سوال می‌کند که مایلید چند بار و در چه بازه‌های زمانی این روند را تکرار کند. این اطلاعات نیز در همان فایل ثبت می‌شوند. وقتی کودک بازی را انجام داد اطلاعاتی که بیانگر عملکرد کودک هستند در فایل جداگانه‌ای ثبت خواهند شد. نام فایل مذکور نیز شناسه‌ی کاربر است. اگر شناسه‌ی وارد شده از قبل در سیستم موجود باشد پس از انجام بازی اطلاعات مربوط به عملکرد کودک در فایلی که از قبل با شناسه‌ی وی ایجاد شده ثبت می‌شود.

۴-۳-۱-۲- مراحل MPCM

در این بخش به معرفی MPCM می‌پردازیم. MPCM شامل ۵ مرحله است که هر کدام در ادامه‌ی این بخش معرفی شده‌اند.

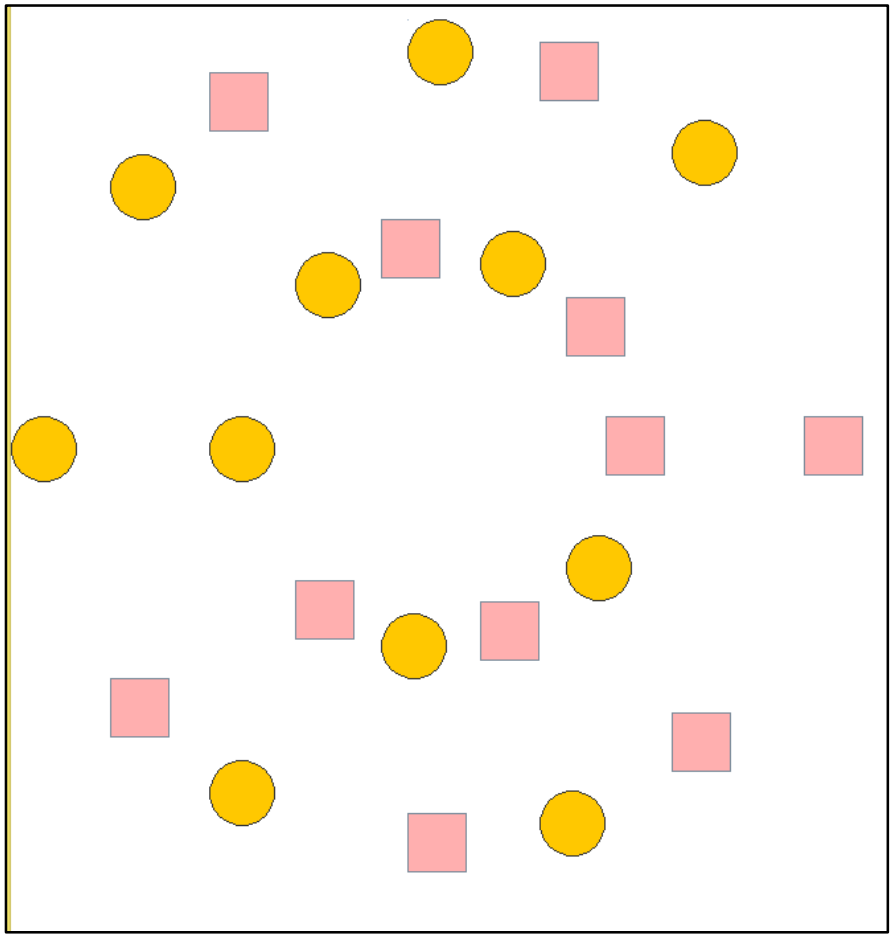
مرحله‌ی اول بصورت شکل (۴-۲) است. در این مرحله اشکال بزرگ هستند و مرتب چیده شده‌اند. سپس از کودک میخواهیم فقط روی دایره‌ها کلیک کند.



شکل(۴- ۲) مرحله‌ی اول بازی

مرحله‌ی دوم نیز در شکل (۴-۳) قابل مشاهده است. در این مرحله اشکال ریزتر شده‌اند و تعداد آنها نیز افزایش یافته است.

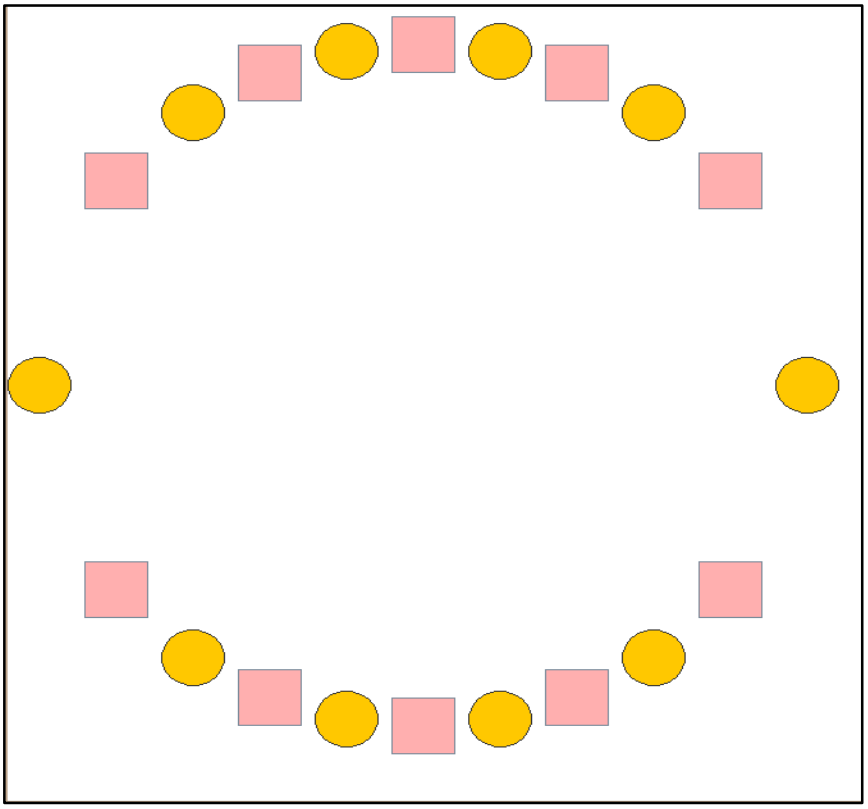
پس از این مرحله، نوبت به مرحله‌ی ۳ می‌رسد. مرحله‌ی ۳ نیز در شکل (۴-۴) قابل مشاهده است. در این مرحله اندازه‌ی اشکال مشابه مرحله‌ی قبل است و تعداد آنها نیز کاهش یافته است. اما شکل‌ها در این مرحله به آرامی حول مرکز دایره در چرخشند. از کودک خواسته می‌شود که باز هم روی دایره‌ها کلیک کند.



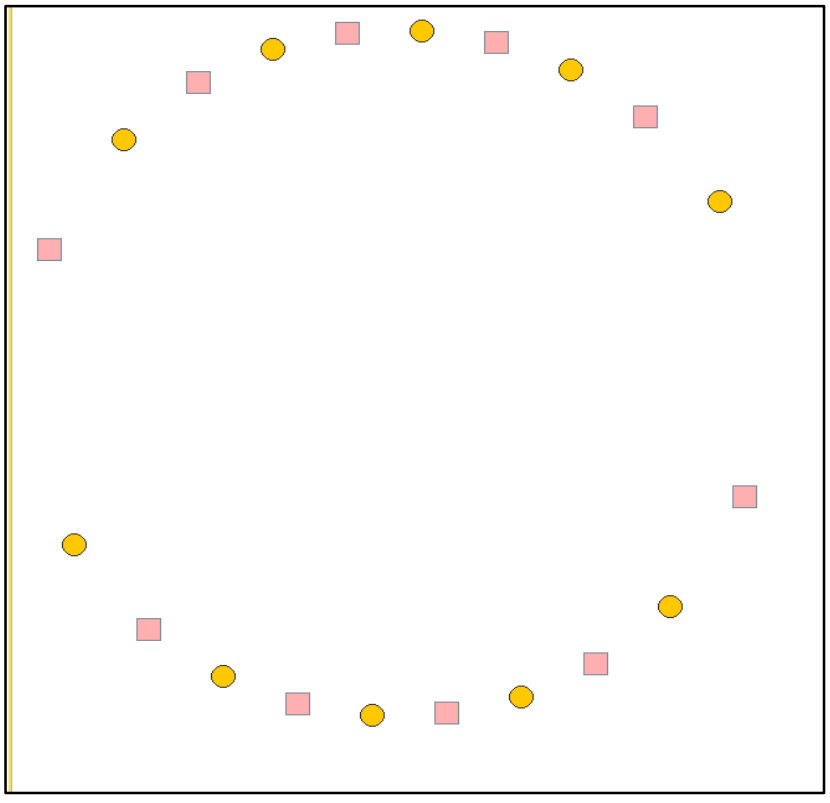
شکل(۴- ۳) مرحله‌ی دوم بازی

مرحله بعد نیز در شکل (۴-۵) آمده است. در این مرحله اشکال کوچکتر شده اند. مانند مرحله‌ی قبل، این اشکال نیز در چرخشند. سرعت چرخش در این مرحله افزایش یافته است.

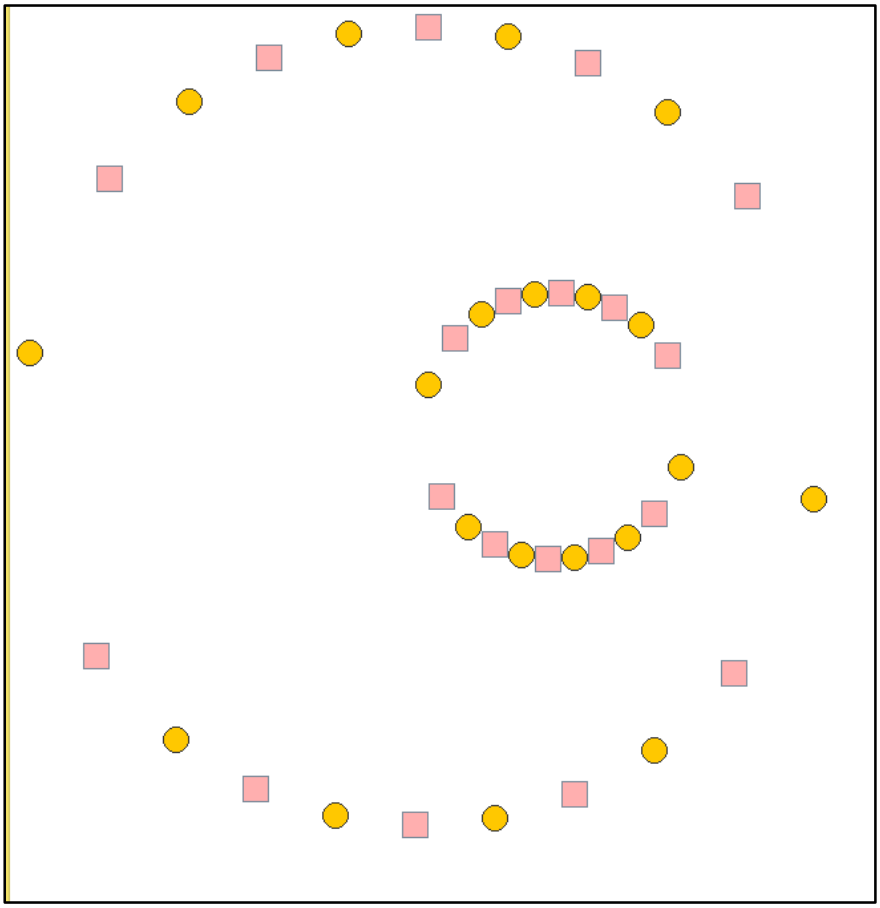
آخرین مرحله نیز در شکل (۴-۶) آمده است. در این مرحله، سرعت چرخش شکل‌ها نسبت به مرحله‌ی قبل باز هم بیشتر شده است. تعداد شکل‌ها نیز افزایش یافته است و تقارن نیز کمتر شده است.



شکل(۴- ۴) مرحله‌ی سوم بازی



شکل(۴-۵) مرحله‌ی چهارم بازی



شکل(۴- ۶) مرحله‌ی پنجم بازی

۴-۳-۲- اساس ویژگی‌ها

برای آنکه بتوانیم ویژگی‌هایی استخراج کنیم که حقیقتا به تشخیص کمک کنند؛ باید در نظر داشته باشیم که کودکان اوتیستیک چه ویژگی‌هایی در رفتار خود دارند و این مسائل باعث بروز چه تفاوت‌هایی در رفتار آنها نسبت به سایر کودکان می‌شود. سپس با درنظرگرفتن برخی از این تفاوت‌ها، باید ویژگی‌های مرتبط و موثری استخراج شود که در انجام تشخیص مفید باشد.

۴-۳-۲-۱- تمرکز

بیشتر کودکانی که مبتلا به اختلال‌های اوتیستیک هستند نمی‌توانند تمرکز خود را به خوبی روی موضوعی که از آنها خواسته شده است حفظ کنند. این امر می‌تواند موجب شود هنگام انجام یک کار

چندین بار توجه آنها از موضوع موردنظر دور شود. بنابراین زمان انجام کار بالاتر از کودکانی است که توجه کاملا معطوف به کار جاری است. پس یکی از ویژگی‌هایی که می‌تواند مفید باشد زمان انجام هر مرحله است.

۴-۳-۲-۲- دنبال کردن شیء با چشم

مسئله‌ی دیگر آن است که معمولا برای کودکان اوتیستیک سخت است یک شیء را با چشم دنبال کنند. بنابراین وقتی به شکل‌های متحرک می‌رسیم معمولا عملکرد آنها تا حد نسبتا زیادی پایین می‌آید. مخصوصا وقتی که تعداد زیادی از شکل‌ها انتحاب شده‌اند و لابلای آنها چند شکل باقی مانده است. در این حالت برای کودکانی که دنبال کردن اشیاء با چشم برای آنها مشکل است، خیلی طول می‌کشد که بتوانند بازی را تمام کنند و یا حتی ممکن است از انجام آن منصرف شوند. با این تعاریف بهتر است زمان انجام هر مرحله به تنهایی ثبت شود تا افت عملکرد در مرحله‌ی شکل‌های چرخان بیشتر به چشم آید.

۴-۳-۲-۳- مشکلاتی در استفاده از دست‌ها

یک نکته‌ی رایج دیگر در کودکان اوتیستیک، این است که برخی از این کودکان در استفاده از دست‌هایشان مشکل دارند. به عبارت دیگر برای آنها راحت نیست که دست و ذهنشان را به خوبی با یکدیگر هماهنگ کنند (۳). بنابراین هنگام استفاده از موس معمولا زمان بیشتری را صرف می‌کنند تا به خواسته‌ی مطلوب برسند و اکثرا خطاهای بیشتری را نیز مرتکب می‌شوند. به این ترتیب از آنجا که در اطراف دایره‌ها مربع‌ها نیز وجود دارند، ممکن است برای کلیک بر روی یک دایره بارها روی مربع‌های مجاور کلیک کنند. به خصوص وقتی اندازه‌ی شکل‌ها کوچک‌تر می‌شود و سرعت حرکت آنها نیز افزایش می‌یابد این موارد بیشتر مشاهده می‌شوند. در چنین شرایطی، گاها دست از بازی کشیده و از ادامه‌ی کار انصراف می‌دهند.

۴-۳-۲-۴- حرکات تکراری

مسئله قابل بحث دیگر وجود حرکت‌های تکراری در کودکان اوتیستیک است (۹). در بسیاری از موارد وقتی کودک نمی‌توانست به سادگی به خواسته‌ی خود برسد، چندین بار روی صفحه و یا سایر اشکال کلیک می‌کرد. این امر نیز می‌تواند منجر به افزایش تعداد کلیک‌های اشتباه و بالاتر رفتن زمان حل مسئله شود.

۴-۳-۳- ویژگی‌های مورد استفاده

با این توصیفات، ویژگی‌های استخراج شده بر سه پایه استوار است:

- زمان انجام هر مرحله از بازی
- تعداد کلیک‌هایی که در هر مرحله روی مربع‌ها شده است (که اشتباه محسوب می‌شوند).
- تعداد کلیک‌های اضافی که در هر مرحله روی دایره‌ها می‌شود (اینها نیز اشتباه محسوب می‌شوند).
- پیشرفت کودک در هر مرحله. (شامل اینکه در هر مرحله چه تعداد از دایره‌ها را حداقل یکبار انتخاب کرده است. برای مراحلی که کودک از انجام آنها انصراف داده باشد این عدد برابر کل اشکال است؛ یعنی مجموع دایره‌ها و مربع‌ها.)

این ویژگی‌ها ورودی‌های سیستم را تشکیل خواهند داد.

۴-۳-۴- جامعه‌ی آماری

کودکان بررسی شده در این تحقیق همگی کودکانی هستند در که «مرکز آموزشی و توانبخشی کودکان اوتیستیک به‌آرا» تحت درمان قرار دارند. به‌آرا یک مرکز نیمه خصوصی است که زیر نظر دانشگاه شهید بهشتی اداره می‌شود. کودکان این مرکز همگی اوتیستیک تشخیص داده شده‌اند و برای آنها در این

مرکز خدماتی نظیر گفتار درمانی، رفتار درمانی، پرورش مهارت‌های شناختی، آموزش مهارت‌های اجتماعی کار درمانی و پرورش مهارت‌های حرکتی ارائه می‌شود.

در روند اجرای این تحقیق از ۱۱ کودک اوتیستیک و ۵ کودک سالم کمک گرفته‌ایم. عملکرد این کودکان در حین انجام کار ثبت شده است. روند انجام این کار را در بخش بعد بررسی خواهیم نمود.

۴-۳-۵- روال استخراج ویژگی

برای استخراج ویژگی از کودکان خواسته‌ایم با سیستم کار کنند. برای این کار ابتدا از مربی هر کودک درخواست کردیم کودک را برای دقایقی در اختیارمان قرار دهد.

اولین گام برقراری ارتباط با کودک است. خونسردی و حفظ آرامش در برخورد با این کودکان بسیار حائز اهمیت است و موجب می‌شود بیشتر احساس امنیت کنند. اگر ارتباط خوبی با کودک برقرار شود می‌توان امیدوار بود که کودک در مراحل بعدی همکاری بهتری داشته باشد.

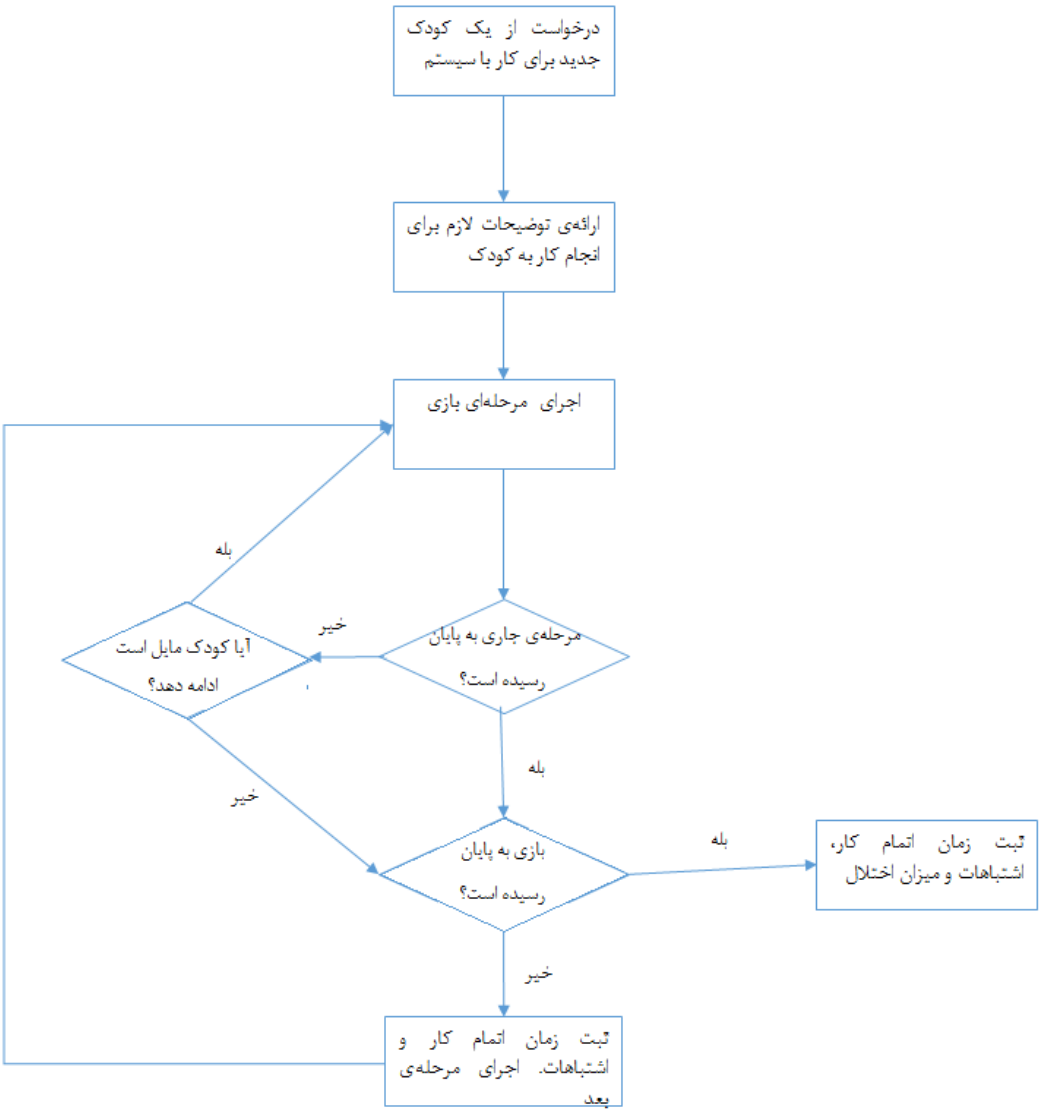
برخی از کودکان ارتباط مناسبی برقرار نمی‌کنند و از انجام کار هم سرباز می‌زنند. این کودکان عکس‌العملی در برابر خواسته‌ها از خود نشان نمی‌دهند. من طی انجام کار عهد کرده بودم که هیچ کودکی را وادار به انجام کارهایی که می‌خواهم نکنم؛ به همین دلیل وقتی کودکی پس از چند دقیقه صحبت تمایل به انجام کار نشان نمی‌داد بدون هیچ واکنش منفی او را نزد مربی‌اش بازمی‌گرداندم.

برای کودکانی که همکاری لازم را داشتند روال کار را توضیح می‌دادم. کار سختی نبود. از آنها می‌خواستم موس را در دست بگیرند و روی دایره‌ها کلیک کنند. رنگ دایره‌ها پس از کلیک تغییر می‌کرد و با کلیک روی مربع‌ها اتفاقی نمی‌افتاد. به این ترتیب یاد می‌گرفتند که کلیک روی دایره‌ها عمل مثبتی است و کلیک روی مربع‌ها عمل بی‌فایده‌ای است. از رنگ‌های تند و هشدار دهنده در طراحی بازی استفاده نشده است. زیرا کودکان اوتیستیک گاها عکس‌العمل‌های شدیدی نسبت به محرک‌های بصری دارند و استفاده از این هشدارها ممکن است آنها را اذیت کند. در حین انجام کار

وقتی کار را به درستی انجام می‌دادند آنها را تشویق می‌کردم و هنگامی که بی‌هدف و یا به اشتباه کلیک می‌کردند با خونسردی رویه‌ی صحیح انجام کار را به آنها یادآوری می‌کردم.

ابتدا مرحله‌ی اول بازی اجرا می‌شود. در این مرحله کودک درک مناسبی از رویه انجام کار به دست می‌آورد. مرحله‌ی دوم نیز تاکیدی برای کودک است. از مرحله‌ی سوم که وارد فاز شکل‌های متحرک می‌شویم عملکرد کودک بسیار حائز اهمیت است. همان‌طور که قبلا مطرح شد رفتار کودکان اوتیستیک در این مراحل با رفتار کودکان عادی بسیار متفاوت است. انجام این مراحل برای این کودکان سخت‌تر بود. به‌ویژه در مرحله‌ی چهارم و پنجم که شکل‌ها کوچک می‌شوند کودکان اوتیستیک دچار سردرگمی می‌شدند.

در شکل (۴-۷) روند استخراج ویژگی قابل مشاهده است. همچنین جزئیات مربوط به پیاده‌سازی این بخش در پیوست ۱ قابل مشاهده است. پیاده‌سازی واسط کاربری تحت جاوا انجام شده است. این پیاده‌سازی شامل ابزاری برای نمایش بازی، پیگیری عملکرد کودک و ذخیره کردن اطلاعات موردنیاز است.



شکل(۴- ۷) روال انجام بازی

۴-۳-۶- خروجی‌ها

اگر ورودی‌های سیستم را آن‌گونه که گفته شد تعریف کنیم، نیاز به معیاری داریم که بتواند خروجی ما بر اساس ورودی مذکور باشد. از آنجا که هدف اندازه‌گیری شدت ابتلای فرد به اوتیسم است این خروجی نیز باید بیانی از این مفهوم باشد. برای این منظور از میزان ابتلای فرد را از متخصصانی که

قبلا با کودک کار کرده‌اند می‌پرسیم. این متخصصان با بررسی عملکرد کودک، درجه‌ای از بیماری را به او اختصاص داده‌اند که مطابق آزمون‌های روانشناسی به دست آمده است.

شدت ابتلای کودکان در این تحقیق بر مبنای آزمون GARS محاسبه شده است. این تست برای غربالگری و تشخیص اوتیسم و همچنین کمک به برنامه‌ریزی آموزشی و پژوهشی تعریف شده است. سن مناسب برای تشخیص در این تست سه تا ۲۲ سال است.

گارز شامل ۳ دسته سوال است؛ رفتارهای کلیشه‌ای، ارتباط و تعاملات اجتماعی و از سه تکنیک مختلف برای انجام آن استفاده می‌شود: مصاحبه با والدین، مشاهده و مراقبت از رفتار کودک و سپس سوالات کلیدی برای ارزیابی و تفسیر آنها.

درمورد کودکان سالم نیز عدد کوچکی را به‌عنوان شدت ابتلا نسبت داده‌ایم.

۴-۴- تحلیل و مدلسازی

پس از آنکه عمل استخراج ویژگی‌های موردنیاز کامل شد نوبت به نتیجه‌گیری از آنها می‌رسد. همانطور که قبلا مطرح شد، هدف از این تحقیق ارائه‌ی ساختاری است که بتواند درباره‌ی شدت ابتلای یک فرد به اوتیسم تصمیم‌گیری کند. بنابراین در ساخت موتور استنتاج باید از روشی استفاده شود که بتواند چنین نتیجه‌ای ارائه دهد. در واقع موتور استنتاج باید بتواند نگاشتی از ورودی به خروجی بیابد. در تعریف چنین نگاشتی باید در نظر داشت که در حل مسئله‌ی جاری، ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌طور صریح و در قالب اعداد حقیقی بیان شده‌اند.

برای بیان شدت اختلال، یک راه ساده استفاده از مفهوم فازی است. در این تحقیق، ورودی و خروجی ما هر دو به‌صورت نسبی تعریف شده‌اند. در واقع هم در ورودی‌های سیستم و هم در خروجی مطلوب، ما چندین سطح داریم. هر کودک با توجه به عملکردی که دارد در یکی از این سطوح قرار می‌گیرد و

میزان اختلال وی نیز بصورت یک عدد نسبی، و با توجه به آزمون‌های استاندارد روانشناسی، تعریف می‌شود. بنابراین می‌توان این اعداد را، اعداد فازی تعریف کرد.

در میان روش‌های یادگیری ماشین، روش‌های مختلفی برای دسته‌بندی وجود دارد. تنها موضوع دارای اهمیت آن است که روش مورد استفاده باید ورودی و خروجی صریح داشته باشد. در میان روش‌های موجود برای حل مسئله، یک روش بسیار ساده و موثر استفاده از شبکه‌های عصبی است. در بخش بعدی توضیحاتی درباره‌ی این روش ارائه شده است.

۴-۴-۱-شبکه‌ی عصبی مطرح شده

در این تحقیق از یک شبکه عصبی روبه‌جلو برای ایجاد ارتباط ورودی به خروجی استفاده کرده است. در تئوری شبکه‌های عصبی ثابت شده است که هر مسئله‌ای که با یک شبکه‌ی عصبی چندلایه قابل حل باشد را می‌توان با یک شبکه عصبی دو لایه حل نمود. در واقع تعداد لایه‌ها قابل کاهش به ۲ هستند. شبکه عصبی استفاده شده در اینجا نیز از ۲ لایه تشکیل شده است؛ یک لایه‌ی مخفی و یک لایه‌ی خروجی.

برای تعیین تعداد نرون‌ها در لایه‌ی مخفی از آزمون و خطا استفاده شده است. ۲۰ درصد داده‌ها برای آزمودن شبکه و باقی برای آموزش آن کنار گذاشته شده‌اند. شبکه‌هایی با تعداد نرون‌های مختلف، از ۵ تا ۲۵ نرون طراحی شده و هر کدام بارها ساخته شده‌اند. سپس خطای حاصل از این شبکه‌ها با یکدیگر مقایسه شده است. برای محاسبه‌ی خطا از رابطه‌ی مجموع مربعات خطا استفاده شده است.

$$error = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(net_{output} - real_{output}\right)^2\right)^{1/2} \qquad (۱-۴)$$

۴-۴-۲- استفاده‌ی بهینه از مجموعه داده‌ی کوچک

از آنجا که تعداد نمونه‌های در دسترس محدودند، از روش اعتبارسنجی متقابل استفاده شده است. به کمک اعتبارسنجی متقابل می‌توان استفاده‌ی بهتری از مجموعه داده‌ی محدود نمود. کاربرد اعتبارسنجی متقابل از دو نظر حائز اهمیت است؛ یکی محاسبه‌ی خطای میانگین داده‌ها و دیگری محاسبه‌ی وزن‌های شبکه.

برای یافتن بهترین پاسخ از سوی شبکه عصبی، ابتدا باید تلاش کنیم ساختار مناسب شبکه را بیابیم و سپس، برای آن ساختار خاص، وزن‌های بهینه را محاسبه کنیم.

در یافتن ساختار بهینه برای شبکه و محاسبه‌ی وزن‌های شبکه از روش اعتبارسنجی متقابل استفاده شده است. هر دو مبحث در بخش‌های بعدی توضیح داده شده‌اند.

۴-۴-۳- یافتن ساختار بهینه

برای این منظور به ازای ساختارهای مختلف میانگین خطای سیستم را محاسبه می‌کنیم. وزن‌های اولیه‌ی شبکه عصبی به‌صورت تصادفی ایجاد می‌شوند و هرچند همواره به سمت بهترین جواب حرکت می‌کنیم، اما هیچ تضمینی برای نیفتادن در بهینه‌های محلی وجود ندارد. به همین دلیل برای مقایسه نیاز به تکرارهای فراوان داریم.

در هر بار تکرار الگوریتم داده‌ها به دو بخش تقسیم می‌شوند که ۸۰ درصد آنها برای آموزش شبکه‌ی عصبی و ۲۰ درصد دیگر برای آزمودن آن استفاده می‌شوند. سپس یک شبکه عصبی ساخته می‌شود. این شبکه با مجموعه‌ی آموزشی آموزش می‌بیند. مجموعه داده‌های آموزشی خود نیز به دو دسته آموزش و اعتبارسنجی تقیسم می‌شود. ۲۵ درصد از داده‌هایی که در مجموعه‌ی آموزش بودند برای اعتبارسنجی استفاده می‌شوند. در مرحله‌ی یادگیری شبکه هرگاه شاهد افزایش خطا در مجموعه‌ی اعتبارسنجی باشیم آموزش متوقف می‌شود تا از آموزش بیش از حد جلوگیری شود.

شبکه عصبی ساخته شده در هر تکرار الگوریتم تعداد نرون‌های مختلفی دارد. تعدادا نرون‌ها از ۵ نرون تا ۲۵ نرون در لایه‌ی میانی متغیر هستند و هر ساختار ۴ بار تکرار می‌شود. در هر تکرار از روش اعتبارسنجی متقابل استفاده شده است تا همه‌ی داده‌ها برای آزمودن شبکه استفاده شوند. سپس مجموع خطاها به ازای هر تعداد نرون محاسبه شده است.

برای بیان بهتر این روند یک نمونه آورده شده است. یکی از ساختارهای موجود شبکه ای با ۱۲ نرون در لایه‌ی میانی است؛ یک شبکه با ۱۲ نرون ساخته شده و ۲۰ درصد اول داده‌های آن برای آزمودن شبکه و مابقی برای آموزش آن کنار گذاشته شده است. خطای شبکه در این حالت محاسبه می‌شود. سپس بر مبنای ۲۰ درصد دوم داده‌ها شبکه‌ی دیگری با ۱۲ نرون ساخته می‌شود و همینطور تا ۲۰درصد نهایی. میانگین مجموع خطاها در این حالت خطای نهایی گزارش شده خواهد بود.

حال این روند ۴ بار دیگر تکرار می‌شود و هربار مراحل فوق طی می‌شود. در پایان نیز خطای حاصل از این ۵ بار تکرار به عنوان خطای به دست آمده از حالتی که شبکه عصبی ۱۲ نرون داشته باشد گزارش می‌شود. همانطور که گفته شد این رویه برای تعداد نرون‌های بین ۵ تا ۲۵ انجام می‌شود. در نهایت ساختاری که کمترین خطا را داشته است به عنوان حالت مطلوب گزارش می‌شود.

با تکرار این مراحل و ثبت نتایج بهترین خروجی‌ها شناسایی می‌شوند.

۴-۴-۴- محاسبه‌ی وزن‌های بهینه

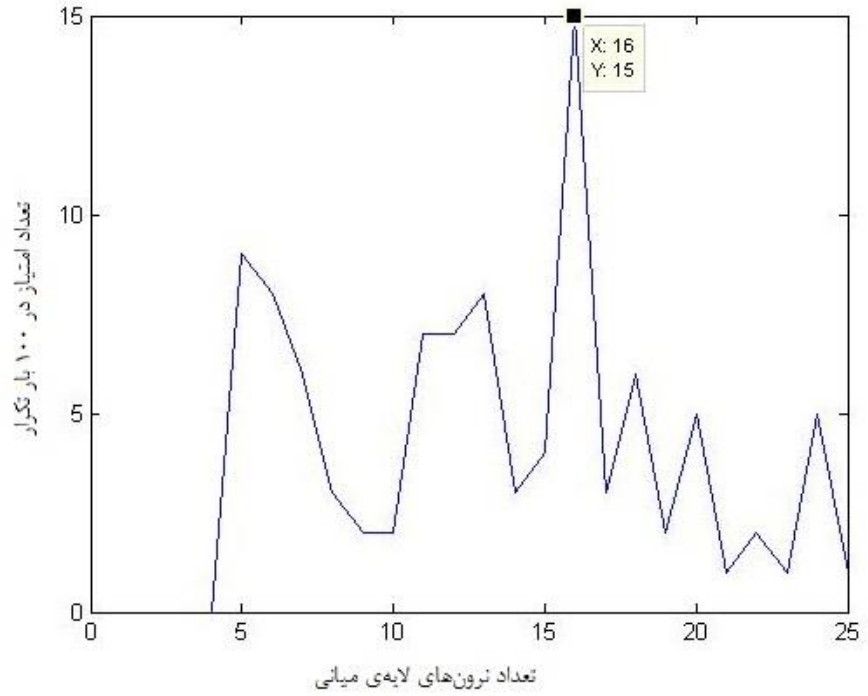
پس از اینکه بهترین حالت برای شبکه شناسایی شد نوبت به ساخت شبکه عصبی می‌رسد. در این بخش با توجه به ساختاری که در مرحله‌ی قبل برای شبکه پیشنهاد شده یک شبکه‌ی عصبی ساخته می‌شود. سپس وزن‌های آن تنظیم می‌شوند.

برای تنظیم وزن‌ها و محاسبه‌ی خطای خروجی مجددا از اعتبارسنجی متقابل استفاده می‌شود. با این تفاوت که به جای ۵تایی کردن مجموعه داده این‌بار از روش اعتبارسنجی یک نمونه بیرون استفاده

می‌شود؛ بنابراین طول گام‌ها کوتاه‌تر می‌شود. در هر مرحله یکی از داده‌ها برای تست کنار گذاشته می‌شود و دیگر داده‌ها در آموزش استفاده می‌شوند. سپس هم از وزن‌ها و هم از خطاها میانگین گرفته می‌شود.

۴-۴-۵- ساختار شبکه

همانطور که قبلا گفتیم ابتدا باید ساختار بهینه را بیابیم. برای این منظور از تکرار استفاده کردیم. با تکرار روند طی ۱۰۰ مرحله بهترین ساختار در هر تکرار ثبت شده است. شکل(۵-۱) نمودار هیستوگرام این ۱۰۰ تکرار است. همانطور که از این شکل برمی‌آید بهترین نتیجه در حالتی به دست آمده که تعداد نرون‌ها برابر ۱۶ قرار داده شده است.



شکل (۴-۸) امتیاز کسب شده توسط هر ساختار به ازای ۱۰۰ بار تکرار الگوریتم

۴-۴-۶- شبکه‌ی عصبی نهایی و خطای آن

پس از مشخص شدن بهترین ساختار نوبت به ساخت شبکه بر مبنای آن است. همان‌طور که در فصل قبل گفته شد برای این منظور از روش اعتبارسنجی متقابل با یک نمونه بیرون استفاده شده است. وزن‌های بهینه و خطای محاسبه شده شامل میانگین خطایی است که در هر مرحله از اعتبارسنجی متقابل به دست آمده است.

البته از آنجا که در این روش هدف ما دسته‌بندی عملکرد فرد در یکی از ۴ دسته‌ی عادی، و یا دارای اختلال کم، متوسط و یا زیاد است، در نهایت خروجی را باید در قالب یکی از این موارد دسته‌بندی نمود. درواقع هرچند در مرحله‌ی قبل از خطا به‌عنوان فاصله‌ی تخمین از عدد واقعی اختلال یاد کردیم، اما در این مرحله معیار اصلی ما برای محاسبه‌ی خطا درصد داده‌هایی است که اشتباه دسته‌بندی شده‌اند. به این ترتیب در این مرحله برای محاسبه‌ی خطا سخت‌گیری کمتری به خرج داده‌ایم.

با انجام مراحل ذکر شده صحت دسته‌بندی ۷۳٪ به دست آمده است.

پیاده‌سازی مرتبط با موتور استنتاج را در پیوست ۲ ارائه کرده‌ایم. این بخش به کمک Matlab پیاده‌سازی شده است.

۴-۵-نتیجه‌گیری درباره‌ی شدت ابتلای یک مورد جدید

در بخش‌های قبلی تمامی دیدگاه‌هایی که در حل این مسئله استفاده شده است تشریح شد. همچنین جزئیات پیاده‌سازی و ابزار نتیجه‌گیری را از نظر گذراندیم. حال نوبت به آن رسیده است که با استفاده از چهارچوب مطرح شده مسئله را حل کنیم و درباره‌ی یک مورد جدید شدت اختلال را بسنجیم. برای این منظور از یک فرد جدید درخواست می‌کنیم که با سیستم کار کند. سپس عملکرد وی را به همان صورتی که قبلا توضیح دادیم ثبت می‌کنیم. این عملکرد همان ویژگی‌های ورودی سیستم هستند. سیستم استنتاج با استفاده از این ویژگی‌ها شدت اختلال را می‌سنجد.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در فصل اول برخی از مشکلاتی که در سر راه انجام تحقیق مسئله‌ساز شده‌اند را برشمردیم. این مشکلات در بیشتر موارد تاثیر محسوسی در نتیجه دارند. با این‌حال اجتناب از آنها غالبا امکان‌پذیر نبوده است. در این فصل ابتدا به بررسی و نتیجه‌گیری درباره‌ی روش ارائه شده می‌پردازیم و سپس به بررسی پیشنهادهایی می‌پردازیم که برای برطرف کردن و یا کاهش تاثیر آنها ارائه شده است.

۵–۱– نتیجه‌گیری

در این پایان‌نامه روشی هوشمند برای تشخیص طیف اختلالات اوتیسم معرفی شد. روش ارائه شده با بررسی عملکرد فرد میزان ابتلا به اوتیسم را در وی تشخیص می‌دهد. این روش تماما نرم‌افزاری است. بنابراین استفاده از آن تنها نیاز به یک کامپیوتر دارد. این روش همچنین نیاز به هیچ آزمایش پیچیده‌ای ندارد؛ بنابراین نیازی به صرف هزینه برای انجام آن نیست. به همین دلیل می‌توان از این روش برای غربالگری کودکان استفاده نمود. استفاده از چنین روش‌هایی درمورد کودکانی که شدت ابتلای متوسط و پایین‌تر از متوسط دارند بسیار حائز اهمیت است. زیرا اختلالات رفتاری در این کودکان عمدتا تشخص داده نمی‌شود و این امر موجب می‌شود فرد نتواند آموزش‌های لازم را دریافت کند. همچنین این سیستم برای استخراج ویژگی به نظر افراد و پرسش از آنها متکی نیست. بنابراین ورودی‌های سیستم سلیقه‌ای نیستند.

روش ارائه شده در این پایان‌نامه از یک واسط کاربری برای بررسی عملکرد افراد استفاده می‌کند. سپس از یک سیستم استنتاج برای تحلیل عملکردها استفاده می‌شود. این سیستم می‌تواند شدت اختلال را در یکی از این چهار دسته قرار دهد: عادی، خفیف، متوسط و شدید.

واسط کاربری شامل یک بازی ساده به نام MPCM برای اندازه‌گیری عملکرد فرد و روالی برای پیگیری درمان وی است. به کمک MPCM می‌توانیم ویژگی‌های رفتاری مرتبطی را استخراج کنیم که در تشخیص به ما کمک می‌کنند. در پیگیری درمان می‌توانیم رفتار کودک را طی دوره‌های مختلف ثبت کنیم و بهبود عملکرد وی را اندازه‌گیری بگیریم.

سیستم استنتاج شامل یک روش هوشمند برای تحلیل نتایج است. در این پایان‌نامه از یک شبکه‌ی عصبی برای تشخیص شدت اختلال استفاده کرده‌ایم. سپس این شبکه را روی مجموعه داده‌ی در دسترس آزموده‌ایم. خروجی این شبکه در ۷۳ درصد از موارد خروجی مطلوب ما بوده است.

۵-۲- پیشنهادها

در فصل اول چالش‌هایی که بر سر راه تشخیص سیستماتیک اوتیسم مطرح بود را برشمردیم. در این پایان‌نامه تلاش شد که برخی از این مشکلات حل شوند. با این حال هنوز مشکلات متعددی وجود دارند. در این بخش راه‌حل‌هایی برای این مشکلات ارائه داده‌ایم که می‌تواند آغازی برای کارهای آینده باشد.

۵-۲-۱- افزایش جمعیت شرکت‌کنندگان

در سیستم‌های هوشمند، تعداد داده‌های اولیه نقش تعیین کننده‌ای در یادگیری سیستم دارد. هرچه تعداد داده‌هایی که در دسترس هستند بیشتر باشد؛ یادگیری بهتری انجام می‌شود. یکی از چالش‌های جدی در این پایان‌نامه نیز محدود بودن جامعه‌ی آماری بود. ما با استفاده از روش‌های ارزیابی متقابل تلاش کردیم تا حدی این مشکل را برطرف کنیم. یک پیشنهاد مؤثر دیگر، افزایش جمعیتی است که در دست داریم. هرچند عملی شدن این پیشنهاد وابسته به همکاری مراکز درمانی و والدین کودکان خواهد بود.

۵-۲-۲- تکرار آزمون

از آنجا که حالات روحی افراد نیز در عملکرد آنها تاثیر گذار است، باید در نظر داشت که ممکن است این مسئله تعمیم‌پذیری نتیجه آزمون ما را کاهش دهد. راهی برای اینکه مطمئن باشیم همه‌ی شرکت‌کنندگان از آمادگی کامل برخوردارند وجود ندارد. در این تحقیق تلاش شده است که کودکان

هنگام کار با سیستم به قدر کافی آرام باشند. با این‌حال هنوز تضمینی در این رابطه وجود ندارد. شاید یک راه مناسب برای کاهش اثر نامطلوب این مسئله، این باشد که آزمون را برای چندبار تکرار کنیم و از ترکیب نتایج به عنوان ورودی مناسب استفاده کنیم.

۵-۲-۳- ارائه‌ی سیستمی جامع

در فصل نخست به این نکته اشاره کردیم که اوتیسم گرچه شامل یک طیف اختلالات ویژه است اما ممکن است در تشخیص با اختلالات رفتاری دیگری اشتباه گرفته شود. برای حل این مشکل بهتر است از سیستم جامعی استفاده شود که اختلالات نزدیک به هم را از یکدیگر تمییز دهد. یعنی اگر ما سیستم را به‌گونه‌ای تعریف کنیم که اختلالات مشابه اوتیسم را نیز بشناسد، می‌توانیم این مشکل را تا حد زیادی حل کنیم. در واقع این کار شبیه آموزش اختلالات مشابه به یک روانشناس است؛ به‌طوری‌که در برابر یک مورد خاص بتواند تمامی حالت‌ها را در نظر بگیرد.

پیوست ۱

(کد برنامه‌ی مربوط به واسط کاربری)

برای پیاده‌سازی واسط کاربری از Java استفاده شده است. ۵ مرحله‌ی بازی در قالب ۵ کلاس تعریف شده‌اند. هر کلاس یک صفحه برای انجام بازی در اختیار کودک قرار می‌دهد. در فصل ۴ هرکدام از این مراحل توضیح داده شدند. در ادامه جزئیات مربوط به پیاده‌سازی هر کلاس آمده است.

۱. مرحله‌ی اول

```
import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.WindowEvent;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.WindowConstants;
import static thegame3.TheGame3.LOCK;

public class Board1 implements Runnable}

    public JFrame frame;
    private JPanel panel;
    private int numOfSpheres;
    private RoundButton[] spheres;
    private int numOfSquares;
    private SquareButton[] squares;
    private int[] spXposition;
    private int[] spYposition;
    private int[] sqXposition;
    private int[] sqYposition;
    private long startTime;
    private long finishTime;
```

```
public static int wrongClicks;
private Dataset dataset;

public Board1}()
   wrongClicks=0;
   dataset = new Dataset;()
   startTime = System.nanoTime;()
   frame = new JFrame;()
   frame.getContentPane().setBackground(Color.black);

   panel = new JPanel;()
   panel.setLayout(null);
   panel.setBackground(Color.yellow);

   this.createB1;()

   frame.getContentPane().add(BorderLayout.CENTER,panel);
   frame.setSize;(٨٢٠،٧٣٠)
   frame.setResizable(false);
   frame.setVisible(true);
   frame.addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter} ()

@        Override
      public void windowClosing(WindowEvent e)}
         System.out.println(Board1.wrongClicks);
         finishTime = System.nanoTime;()
         int w = 0;
         dataset.writeInDataset(startTime+"  "+finishTime+"  ");
         for (RoundButton sphere : spheres)}
            w += sphere.wrongclicks;
```

```
{
            dataset.writeInDataset(w+"  ");
            dataset.writeInDataset(wrongClicks+"  ");
            dataset.closeDataset;()
            run;()
            //Board4 b4 = new Board4;(١٠٠)
            //b4.animate;(٤٠٠)
{
;({
{

   public void createB1}()
       this.numOfSpheres = this.numOfSquares = 6;
      this.spXposition = new int;{٠،٧٥،١٥٠،٣٠٠،٤٠٠،٥٠٠}[]
      this.sqXposition = new int;{٧٥،١٥٠،٣٠٠،٤٠٠،٥٠٠،٦٠٠}[]
      this.spYposition = new int[numOfSpheres];
      this.sqYposition = new int[numOfSquares];

      spheres = new RoundButton[numOfSpheres];
      for(int i = 0; i < numOfSpheres; i++)}
         spheres[i] = new RoundButton;()
         spYposition[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(spXposition[i]-300,2))))+310;
         spheres[i].setBounds(spXposition[i], spYposition[i], 90, 90);
{
      squares = new SquareButton[numOfSquares];
      for(int i = 0; i < numOfSquares; i++)}
         squares[i] = new SquareButton;()
         sqYposition[i]=(int)  Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(300,  2)-
Math.pow(sqXposition[i]-300,2))))+310;
         squares[i].setBounds(sqXposition[i], sqYposition[i], 80, 80);
```

```
{

      for(int i = 0; i < numOfSpheres; i++)}
         panel.add(spheres[i]);
{
      for(int i = 0; i < numOfSquares; i++)}
         panel.add(squares[i]);
{
{

   public static void main(String[] args)}
      Board1 b1 = new Board1;()
{

@    Override
   public void run} ()
      synchronized(LOCK)}
         LOCK.notify;()
         frame.setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
{
{
{
```

۲. مرحله‌ی دوم

```
package thegame3;

import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.WindowEvent;
```

```
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.WindowConstants;
import static thegame3.TheGame3.LOCK;

public class Board2 {

    public JFrame frame;
    private JPanel panel;
    private int numOfSpheres;
    private RoundButton[] spheres;
    private int numOfSquares;
    private SquareButton[] squares;
    private int[] spXposition;
    private int[] spYposition;
    private int[] sqXposition;
    private int[] sqYposition;
    private long finishTime;
    public static int wrongClicks;
    private Dataset dataset;

    public Board2(){
        dataset = new Dataset();
        frame = new JFrame();
        frame.getContentPane().setBackground(Color.black);

        panel = new JPanel();
        panel.setLayout(null);
        panel.setBackground(Color.yellow);
```

```
        this.createB2();

        frame.getContentPane().add(BorderLayout.CENTER,panel);
        frame.setSize(820,730);
        frame.setResizable(false);
        frame.setVisible(true);
        frame.addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter() {

            @Override
            public void windowClosing(WindowEvent e) {
                System.out.println(Board1.wrongClicks);
                finishTime = System.nanoTime();
                int w = 0;
                dataset.writeInDataset(finishTime+"  ");
                for(int j = 0; j < spheres.length; j++){
                    w += spheres[j].wrongclicks;
                }
                dataset.writeInDataset(w+"  ");
                dataset.writeInDataset(wrongClicks+"  ");
                dataset.closeDataset();
                run();
            }
});
    }

        public void run() {
        synchronized(LOCK){
            LOCK.notify();
            frame.setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
        }
```

```
    }


    private void createB2() {
        this.numOfSquares = 11;
        this.numOfSpheres = 11;
        this.spXposition = new int[]{0,75,150,300,400,500,150,215,280,355,420};
        this.sqXposition = new int[]{75,150,300,400,500,600,215,280,355,420,450};
        this.spYposition = new int[numOfSpheres];
        this.sqYposition = new int[numOfSquares];

        spheres = new RoundButton[numOfSpheres];
        for(int i = 0; i < 6; i++){
            spheres[i] = new RoundButton();
            spYposition[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(spXposition[i]-300,2))))+310;
            spheres[i].setBounds(spXposition[i], spYposition[i], 50, 50);
        }
        for(int i = 6; i < numOfSpheres; i++){
            spheres[i] = new RoundButton();
            spYposition[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(150, 2)-
Math.pow(spXposition[i]-300,2))))+310;
            spheres[i].setBounds(spXposition[i], spYposition[i], 50, 50);
        }

        squares = new SquareButton[numOfSquares];
        for(int i = 0; i < 6; i++){
            squares[i] = new SquareButton();
            sqYposition[i]=(int)  Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(300,  2)-
Math.pow(sqXposition[i]-300,2))))+310;
            squares[i].setBounds(sqXposition[i], sqYposition[i], 45, 45);
```

```
        }
        for(int i = 6; i < numOfSquares; i++){
            squares[i] = new SquareButton();
            sqYposition[i]=(int)  Math.round(Math.pow(-1,i)*(Math.sqrt(Math.pow(150,  2)-
Math.pow(sqXposition[i]-300,2))))+310;
            squares[i].setBounds(sqXposition[i], sqYposition[i], 45, 45);
        }

        for(int i = 0; i < numOfSpheres; i++){
            panel.add(spheres[i]);
        }
        for(int i = 0; i < numOfSquares; i++){
            panel.add(squares[i]);
        }
    }

    public static void main(String[] args){
        Board2 b2 = new Board2();
    }
}
```

۳. مرحله‌ی سوم

```
package thegame3;

import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.WindowEvent;
import java.util.logging.Level;
```

```
import java.util.logging.Logger;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.WindowConstants;
import static thegame3.TheGame3.LOCK;

public class Board3 implements Runnable}

    private JFrame frame;
    JPanel panel;
    private int numOfSpheres;
    private RoundButton[] spheres;
    private int numOfSquares;
    private SquareButton[] squares;
    private int[] spXposition;
    private int[] spYposition;
    private int[] sqXposition;
    private int[] sqYposition;
    private long finishTime;
    public static int wrongClicks;
    private Dataset dataset;

    public Board3}()
        dataset = new Dataset;()
        frame = new JFrame;()
        frame.getContentPane().setBackground(Color.black);
        panel = new JPanel;()
        panel.setLayout(null);
        panel.setBackground(Color.YELLOW);
```

```
        frame.getContentPane().add(BorderLayout.CENTER,panel);
        frame.setSize;(٨٢٠،٧٣٠)
        frame.setResizable(false);
        frame.setVisible(true);

        frame.addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter} ()

@           Override
          public void windowClosing(WindowEvent e)}
             System.out.println(Board1.wrongClicks);
             finishTime = System.nanoTime;()
             int w = 0;
             dataset.writeInDataset(finishTime+"  ");
             for (RoundButton sphere : spheres)}
                w += sphere.wrongclicks;
{
             dataset.writeInDataset(w+"  ");
             dataset.writeInDataset(wrongClicks+"  ");
             dataset.closeDataset;()
             run;()
{
;({

 {

@   Override
        public void run} ()
        synchronized(LOCK)}
           LOCK.notify;()
           frame.setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
```

```
{
{


   public void animate(int sleepingTime)}
      int[] x = new int;[٢٤٠]
      int[] pow = new int;[٢٤٠]
      int[] y = new int;[٢٤٠]
      int i;
      for(i = 0; i <= 120; i++)}
         x[i] = i*5;
         pow[i] = 0;
         y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
{
      for(; i < 240; i++)}
         x[i] = 600-(i-120)*5;
         pow[i] = 1;
         y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
{
      int[] spIndex;{٠،٢٤،٤٨،٧٢،٩٦،١٢٠،١٤٤،١٦٨،١٩٢،٢١٦} =
      int[] sqIndex;{١٢،٣٦،٦٠،٨٤،١٠٨،١٣٢،١٥٦،١٨٠،٢٠٤،٢٢٨} =


      numOfSquares = 10;
      numOfSpheres = 10;
      spXposition = new int[numOfSpheres];
      spYposition = new int[numOfSpheres];
      sqXposition = new int[numOfSquares];
      sqYposition = new int[numOfSquares];


      spheres = new RoundButton[numOfSpheres];
```

```
        squares = new SquareButton[numOfSquares];

        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            spXposition[j] = x[spIndex[j]];
            spYposition[j] = y[spIndex[j]];
    {
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
            sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
    {

        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            spheres[j] = new RoundButton;()
            spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 50, 50);
    {
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            squares[j] = new SquareButton;()
            squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 50, 50);
    {
        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            panel.add(spheres[j]);
    {
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            panel.add(squares[j]);
    {

        for(int step = 0; step < 800; step++)}
            try}
                Thread.sleep(sleepingTime);
     {          catch (InterruptedException ex} (
```

```
            Logger.getLogger(Board3.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
{
        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            spIndex[j] = (spIndex[j]+1)%x.length;
{
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            sqIndex[j] = (sqIndex[j]+1)%x.length;
{


        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            spXposition[j] = x[spIndex[j]];
            spYposition[j] = y[spIndex[j]];
{
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
            sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
{
        for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++)}
            spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 50, 50);
{
        for(int j = 0; j < numOfSquares; j++)}
            squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 50, 50);
{
        panel.repaint;()
{
{
   public static void main(String[] args)}
      Board3 b3= new Board3;()
      b3.animate;(٤٠٠)
{
```

{

۴. مرحله‌ی چهارم

```
package thegame3;

import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.WindowEvent;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.WindowConstants;
import static thegame3.TheGame3.LOCK;

public class Board4 implements Runnable{
   private JFrame frame;
    JPanel panel;
    private int numOfSpheres;
    private RoundButton[] spheres;
    private int numOfSquares;
    private SquareButton[] squares;
    private int[] spXposition;
    private int[] spYposition;
    private int[] sqXposition;
    private int[] sqYposition;
    private long finishTime;
    public static int wrongClicks;
    private Dataset dataset;
```

```
public Board4(){
    dataset = new Dataset();
    frame = new JFrame();
    frame.getContentPane().setBackground(Color.black);
    panel = new JPanel();
    panel.setLayout(null);
    panel.setBackground(Color.YELLOW);

    frame.add(panel);
    frame.getContentPane().add(BorderLayout.CENTER,panel);
    frame.setSize(820,730);
    frame.setResizable(false);
    frame.setVisible(true);
    frame.addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter() {

        @Override
        public void windowClosing(WindowEvent e) {
            System.out.println(Board1.wrongClicks);
            finishTime = System.nanoTime();
            int w = 0;
            dataset.writeInDataset(finishTime+"  ");
            for (RoundButton sphere : spheres) {
                w += sphere.wrongclicks;
            }
            dataset.writeInDataset(w+"  ");
            dataset.writeInDataset(wrongClicks+"  ");
            dataset.closeDataset();
            run();
        }
```

```
});
    }

    @Override
    public void run() {
        synchronized(LOCK){
            LOCK.notify();
            frame.setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
        }
    }

    public void animate(int sleepingTime){
        int[] x = new int[240];
        int[] pow = new int[240];
        int[] y = new int[240];
        int i;
        for(i = 0; i <= 120; i++){
            x[i] = i*5;
            pow[i] = 0;
            y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
        }
        for(; i < 240; i++){
            x[i] = 600-(i-120)*5;
            pow[i] = 1;
            y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-
Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
        }
        int[] spIndex = {0,24,48,72,96,120,144,168,192,216};
        int[] sqIndex = {12,36,60,84,108,132,156,180,204,228};
```

```
numOfSquares = 10;
numOfSpheres = 10;
spXposition = new int[numOfSpheres];
spYposition = new int[numOfSpheres];
sqXposition = new int[numOfSquares];
sqYposition = new int[numOfSquares];

spheres = new RoundButton[numOfSpheres];
squares = new SquareButton[numOfSquares];

for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
   spXposition[j] = x[spIndex[j]];
   spYposition[j] = y[spIndex[j]];
}
for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
   sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
   sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
}

for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
   spheres[j] = new RoundButton();
   spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
}
for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
   squares[j] = new SquareButton();
   squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
}
for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
   panel.add(spheres[j]);
}
```

```
for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
   panel.add(squares[j]);
}

for(int step = 0; step < 800; step++){
   try {
      Thread.sleep(sleepingTime);
   } catch (InterruptedException ex) {
      Logger.getLogger(Board4.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
   }
   for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
      spIndex[j] = (spIndex[j]+1)%x.length;
   }
   for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
      sqIndex[j] = (sqIndex[j]+1)%x.length;
   }

   for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
      spXposition[j] = x[spIndex[j]];
      spYposition[j] = y[spIndex[j]];
   }
   for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
      sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
      sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
   }
   for(int j = 0; j < numOfSpheres; j++){
      spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
   }
   for(int j = 0; j < numOfSquares; j++){
      squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
```

```
            }
            panel.repaint();
        }
    }
    public static void main(String[] args){
        Board4 b4= new Board4();
        b4.animate(300);
    }

}
```

۵. مرحله‌ی پنجم

```
package thegame3;

import java.awt.BorderLayout;
import java.awt.Color;
import java.awt.event.WindowEvent;
import java.util.Scanner;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
import javax.swing.JFrame;
import javax.swing.JPanel;
import javax.swing.WindowConstants;
import static thegame3.TheGame3.LOCK;

public class Board5 implements Runnable{

    private JFrame frame;
```

```
JPanel panel;
private int numOfSpheres;
private RoundButton[] spheres;
private int numOfSquares;
private SquareButton[] squares;
private int[] spXposition;
private int[] spYposition;
private int[] sqXposition;
private int[] sqYposition;
private long finishTime;
public static int wrongClicks;
private Dataset dataset;

public Board5(){
    dataset = new Dataset();
    frame = new JFrame();
    frame.getContentPane().setBackground(Color.black);
    panel = new JPanel();
    panel.setLayout(null);
    panel.setBackground(Color.YELLOW);

    frame.add(panel);
    frame.getContentPane().add(BorderLayout.CENTER,panel);
    frame.setSize(820,730);
    frame.setResizable(false);
    frame.setVisible(true);
    frame.addWindowListener(new java.awt.event.WindowAdapter() {

        @Override
```

```
            public void windowClosing(WindowEvent e) {
                System.out.println(Board1.wrongClicks);
                finishTime = System.nanoTime();
                int w = 0;
                dataset.writeInDataset(finishTime+"  ");
                for (RoundButton sphere : spheres) {
                    w += sphere.wrongclicks;
                }
                dataset.writeInDataset(w+"  ");
                dataset.writeInDataset(wrongClicks+"  ");
                System.out.println("What's severity?");
                Scanner sev = new Scanner(System.in);
                float f = sev.nextFloat();
                System.out.print(f+" ");
                dataset.writeInDataset(f+"\n");
                dataset.closeDataset();
                run();
            }
});
    }
    @Override
    public void run() {
        synchronized(LOCK){
            LOCK.notify();
            frame.setDefaultCloseOperation(WindowConstants.EXIT_ON_CLOSE);
        }
    }
    public void animate(final int sleepingTime){
        int[] x = new int[240];
        int[] pow = new int[240];
```

```
int[] y = new int[240];
int i;
for(i = 0; i <= 120; i++){
   x[i] = i*5;
   pow[i] = 0;
   y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
}
for(; i < 240; i++){
   x[i] = 600-(i-120)*5;
   pow[i] = 1;
   y[i] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow[i])*(Math.sqrt(Math.pow(300, 2)-Math.pow(x[i]-300,2))))+310;
}
int[] spIndex = {0,24,48,72,96,120,144,168,192,216};
int[] sqIndex = {12,36,60,84,108,132,156,180,204,228};

numOfSquares = 20;
numOfSpheres = 20;
spXposition = new int[numOfSpheres];
spYposition = new int[numOfSpheres];
sqXposition = new int[numOfSquares];
sqYposition = new int[numOfSquares];

spheres = new RoundButton[numOfSpheres];
squares = new SquareButton[numOfSquares];

for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
   spXposition[j] = x[spIndex[j]];
   spYposition[j] = y[spIndex[j]];
```

```
    }
    for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
       sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
       sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
    }


    for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
       spheres[j] = new RoundButton();
       spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
    }
    for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
       squares[j] = new SquareButton();
       squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
    }
    for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
       panel.add(spheres[j]);
    }
    for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
       panel.add(squares[j]);
    }
    int[] x2 = new int[80];
    int[] pow2 = new int[80];
    int[] y2 = new int[80];
    int i2;
    for(i2 = 0; i2 <= 40; i2++){
       x2[i2] = i2*5;
       pow2[i2] = 0;
       y2[i2] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow2[i2])*(Math.sqrt(Math.pow(100, 2)-
Math.pow(x2[i2]-100,2))))+310;
    }
```

```
for(; i2 < 80; i2++){
   x2[i2] = 200-(i2-40)*5;
   pow2[i2] = 1;
   y2[i2] = (int)Math.round(Math.pow(-1,pow2[i2])*(Math.sqrt(Math.pow(100, 2)-
Math.pow(x2[i2]-100,2))))+310;
}
int[] spIndex2 = {0,8,16,24,32,40,48,56,64,72};
int[] sqIndex2 = {4,12,20,28,36,44,52,60,68,76};

int k = 0;
for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
   spXposition[j] = x2[spIndex2[k]]+200;
   spYposition[j] = y2[spIndex2[k]];
   k++;
}
k = 0;
for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
   sqXposition[j] = x2[sqIndex2[k]]+200;
   sqYposition[j] = y2[sqIndex2[k]];
   k++;
}

for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
   spheres[j] = new RoundButton();
   spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
}
for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
   squares[j] = new SquareButton();
   squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
}
```

```
for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
   panel.add(spheres[j]);
}
for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
   panel.add(squares[j]);
}

for(int step = 0; step < 800; step++){
   try {
      Thread.sleep(sleepingTime);
   } catch (InterruptedException ex) {
      Logger.getLogger(Board4.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
   }
   for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
      spIndex[j] = (spIndex[j]+1)%x.length;
   }
   for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
      sqIndex[j] = (sqIndex[j]+1)%x.length;
   }

   for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
      spXposition[j] = x[spIndex[j]];
      spYposition[j] = y[spIndex[j]];
   }
   for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
      sqXposition[j] = x[sqIndex[j]];
      sqYposition[j] = y[sqIndex[j]];
   }
   for(int j = 0; j < numOfSpheres/2; j++){
```

```
    spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
}
for(int j = 0; j < numOfSquares/2; j++){
    squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
}


k = 0;
for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
    spIndex2[k] = (spIndex2[k]+1)%x2.length;
    k++;
}
k = 0;
for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
    sqIndex2[k] = (sqIndex2[k]+1)%x2.length;
    k++;
}
k = 0;
for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
    spXposition[j] = x2[spIndex2[k]]+300;
    spYposition[j] = y2[spIndex2[k]];
    k++;
}
k = 0;
for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
    sqXposition[j] = x2[sqIndex2[k]]+300;
    sqYposition[j] = y2[sqIndex2[k]];
    k++;
}
for(int j = (numOfSpheres/2); j < numOfSpheres; j++){
    spheres[j].setBounds(spXposition[j], spYposition[j], 20, 20);
```

```
        }
        for(int j = (numOfSquares/2); j < numOfSquares; j++){
           squares[j].setBounds(sqXposition[j], sqYposition[j], 20, 20);
        }
        panel.repaint();
      }
   }
   public static void main(String[] args){
      Board5 b5 = new Board5();
      b5.animate(200);
   }
}
```

۶. کلاس SquareButton

این کلاس کلیدهای مربعی را تعیین می‌کند. کلیک بر روی کلیدهای مربعی خطا محسوب می‌شود. به ازای هر بار کلیک روی این کلیدها، یک شمارنده افزایش می‌یابد.

```
package thegame3;
import java.awt.*;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;
import javax.swing.*;
public class SquareButton extends JButton{

   public SquareButton(){
      Dimension size = getPreferredSize();
      size.height = size.width = 70;
      setPreferredSize(size);
```

```
    this.setBackground(Color.pink);

    this.addActionListener(new ActionListener() {

        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            wrongClick();
        }
    });
}

public SquareButton(String label){
    super(label);

    Dimension size = getPreferredSize();
    size.height = 50;
    size.width = 70;
    setPreferredSize(size);
    this.setBackground(Color.blue);
}

public void wrongClick(){
    this.setBackground(Color.red);
    this.repaint();
    try {
        Thread.sleep(100);
    } catch (InterruptedException ex) {
        Logger.getLogger(SquareButton.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
```

```
        this.setBackground(Color.pink);
    }

}
```

۷. کلاس RoundButton

این کلاس شامل تعریف کلیدهای دایره‌ای است. این کلیدها پس از انتخاب شدن تغییر رنگ می‌دهند. همچنین اگر بیش از یک بار بر روی آنها کلیک شود یک شمارنده که مربوط به خطای کلیک اضافی بر روی دایره‌هاست یک واحد افزایش می‌یابد.

```
package thegame3;
import java.awt.*;
import java.awt.event.ActionEvent;
import java.awt.event.ActionListener;
import java.awt.geom.*;
import javax.swing.*;

public class RoundButton extends JButton {

    private boolean clicked;
    public int wrongclicks;

  public RoundButton() {
      clicked = false;

    setPreferredSize(size);

    this.setBackground(Color.orange);
    this.addActionListener(new ActionListener() {
```

```
        @Override
        public void actionPerformed(ActionEvent e) {
            changeColor();
            if(clicked == true)
                wrongclicks++;
            clicked = true;
        }
    });
    setContentAreaFilled(false);
  }

public void changeColor(){
    this.setBackground(Color.cyan);
}
  protected void paintComponent(Graphics g) {
    if (getModel().isArmed()) {
      g.setColor(Color.lightGray);
    } else {
      g.setColor(getBackground());
    }
    g.fillOval(0, 0, getSize().width-1,
      getSize().height-1);
    super.paintComponent(g);
  }
  protected void paintBorder(Graphics g) {
    g.setColor(getForeground());
    g.drawOval(0, 0, getSize().width-1,
      getSize().height-1);
  }
  Shape shape;
```

```
  public boolean contains(int x, int y) {
    if (shape == null ||
      !shape.getBounds().equals(getBounds())) {
      shape = new Ellipse2D.Float(0, 0,
        getWidth(), getHeight());
    }
    return shape.contains(x, y);
  }


}
```

۸. کلاس Dataset

این کلاس ابزاری برای نوشتن مشاهدات در یک فایل متنی را به دست می‌دهد. فایل مذکور به عنوان ورودی برای موتور استنتاج استفاده می‌شود.

```
package io;

import java.io.File;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;

public class Dataset {
    private File dataset;
    public FileWriter writer;

    public Dataset(){
        try {
```

```
            writer = new FileWriter("dataset.txt",true);
        } catch (IOException ex) {
            Logger.getLogger(Dataset.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        }
    }

    public void writeInDataset(String s){
        try {
            writer.write(s);
        } catch (IOException ex) {
            Logger.getLogger(Dataset.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        }
    }

    public void closeDataset(){
        try {
            this.writer.close();
        } catch (IOException ex) {
            Logger.getLogger(Dataset.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
        }
    }
}
```

پیوست شماره ۲

(کد برنامه‌ی مربوط به موتور استنتاج)

۱. تابع MLP

این تابع شبکه عصبی موردنظر ما را می‌سازد. ۲ ورودی اول تابع مجموعه داده‌های آموزشی هستند؛ اولی ورودی شبکه و دومی خروجی آن به ازای این ورودی‌ها است. ۲ ورودی بعدی برای ارزیابی استفاده می‌شوند و مانند حالت قبل اولی ورودی و دومی خروجی متناظر است. آخرین ورودی نیز تعداد نرون‌ها در لایه‌ی پنهان شبکه را مشخص می‌کند.

پیش از ساخت شبکه‌ی عصبی مصنوعی پارامترهای آن را تعیین کرده‌ایم.

پس از آموزش شبکه به کمک، با داده‌های آزمون خطاهای آنرا محاسبه نموده‌ایم. دو نوع خطا در این مورد گزارش می‌شود. خطای اول فاصله‌ی مقدار محاسبه شده از اندازه‌ی واقعی است. خطای دوم نیز مربوط به خطای دسته‌بندی است. به‌این‌صورت که هر داده به درستی در یکی از گروه‌های نرمال، خفیف، متوسط و یا شدید قرار داده شده است یا خیر.

```
function [iw,lw,error, mismatch] =
MLP(trainInput,trainOutput,testInput,testOutput,perceptronNum)

net = fitnet(perceptronNum);

net.trainParam.min_grad = 0.000001;
net.trainParam.epochs = 200;
net.divideFcn = 'divideblock';
net.divideParam.trainRatio = 75/100;
net.divideParam.valRatio = 25/100;
net.divideParam.testRatio = 0;
net.trainParam.max_fail = 5;
net.layers{1}.transferFcn = 'logsig';

net = train(net,trainInput',trainOutput');

result = net(testInput');
tstsz=size(testInput,1);
error = sqrt(sum((result'-testOutput).^2)/(tstsz));

mismatch = 0;
for i = 1:tstsz
   if  matched(result(i),testOutput(i))== false
```

```
      mismatch = mismatch+1;
   end
end
wb = formwb(net,net.b,net.IW,net.LW);
[b,IW,LW] = separatewb(net,wb);
iw = IW{1,1};
lw = LW{2,1};
mismatch = mismatch/tstsz;
end
```

۲. تابع classifier

این تابع با استفاده از روش ارزیابی متقابل خطای میانگین را محاسبه می‌کند. در این تابع ابتدا اندازه‌ی مجموعه داده‌ی آموزش و آزمون مشخص می‌شود. سپس در یک حلقه‌ی تکرار هر بار یک قسمت از مجموعه‌ی داده برای ارزیابی و بخش دیگر برای آموزش یک شبکه‌ی عصبی استفاده می‌شود. با میانگین گرفتن از خطاهای این شبکه‌ها، خطای کل محاسبه می‌شود.

```
function [er,mm] = classifier(data,perceptronNum)

num = size(data,1);
trnsz = floor(0.95*num);
tstsz = num-trnsz;
steps = ceil(num/tstsz);
er = 0;
mm = 0;
index = randperm(num);
iw = zeros(perceptronNum,20);
lw = zeros(1,perceptronNum);

testInput=zeros(tstsz,20);
testOutput=zeros(tstsz,1);

trainInput=zeros(trnsz,20);
trainOutput=zeros(trnsz,1);

for s = 1:steps
   li = min(s*tstsz,num);
   testInput = data(index((s-1)*tstsz+1:li),1:20);
   testOutput = data(index((s-1)*tstsz+1:li),21);

   trainInput(1:(s-1)*tstsz,:) = data(index(1:(s-1)*tstsz),1:20);
   trainInput((s-1)*tstsz+1:trnsz,:) = data(index(s*tstsz+1:num),1:20);
   trainOutput(1:(s-1)*tstsz,:) = data(index(1:(s-1)*tstsz),21);
```

```
    trainOutput((s-1)*tstsz+1:trnsz,:) = data(index(s*tstsz+1:num),21);

    [iwi,lwi,eri,mmi] = MLP(trainInput,trainOutput,testInput,testOutput,perceptronNum);
    er = er+eri;
    mm = mm+mmi;
end

er = er/steps;
mm = mm/steps;
end
```

۳. تابع main

وظیفه‌ی این تابع یافتن بهترین ساختار برای شبکه عصبی است. برای این منظور از یک حلقه استفاده شده است. تعداد نرون‌ها بین ۵ تا ۲۵ متغیر هستند. به ازای هر کدام از ساختارهای موجود ۵ بار تابع classifier فراخوانی می‌شود. مجموع خطای این ۵بار به‌عنوان خطای ساختار موردنظر محاسبه می‌شود. سپس ساختار متناظر با کمترین خطا به عنوان ساختار بهینه گزارش می‌شود.

```
clear all
close all
clc

load data


% [error,mismatch] = classifier(data,13)
%
bestP=10;
minError = 1000;
m=5;
M=25;
errors = zeros(M,1);
iter = 5;
for i = m:M
    sumer = 0;
    for j = 1:iter
        [er,mm] = classifier(data,i);
        sumer = sumer+er;
    end
    errors(i) = sumer/iter;
    if sumer < minError
        minError = sumer;
        bestP = i;
```

```
    end
end

bestP
plot(errors(m:M,1))
```

۴. تابع dataPreparation

این تابع مشاهدات ثبت شده را می‌گیرد و مجموعه داده را بر مبنای آن می‌سازد.

```
clear all
close all
clc

load ud
fData = zeros(16,21);
[s1,s2] = size(fData);
% each phase time
fData(:,1) = d(:,2) - d(:,1);
fData(:,2) = d(:,5) - d(:,2);
fData(:,3) = d(:,8) - d(:,5);
fData(:,4) = d(:,11) - d(:,5);
fData(:,5) = d(:,14) - d(:,11);

%errors
fData(:,6:7) = d(:,3:4);
fData(:,8:9) = d(:,6:7);
fData(:,10:11) = d(:,9:10);
fData(:,12:13) = d(:,12:13);
fData(:,14:21) = d(:,15:22);

data = zeros(s1,s2);
t = max(max(fData(:,1:5)));
data(:,1:5) = fData(:,1:5)/t;

data(:,6:20) = fData(:,6:20)/40;
data(:,21) = fData(:,21)/120;

save data data
```

۵. تابع matched

برای بررسی اینکه دو خروجی در یک گروه از میزان اختلال قرار دارند یا نه از این تابع استفاده می‌شود. اگر هر دو خروجی در یک بازه قرار داشته باشند خروجی تابع "true" است؛ درغیراین‌صورت تابع مقدار "false" را برمی‌گرداند.

```
function m=matched(a,b)
m=false;
if 0<=a & a<=0.5
   if 0<=b & b<=0.5
      m=true;
   end
else if 0.5<=a & a<=0.7
      if 0.5<=b & b<=0.7
         m=true;
      end
   else if 0.7<a & a<=0.8
         if 0.7<b & b<=0.8
            m=true;
         end
         else if 0.8<a & a<=1
            if 0.8<b & b<=1
               m=true;
            end
         end
      end
   end
end

end
```

منابع

[1] Jones G., Jordan R. and Morgan H. (2001), *"All About Autistic Spectrum Disorders"*, Vol. 1, The Mental Health Foundation, UK. 1, pp.5-18.

[2] Plimley L., Bowen M. and Morgan H. (2007), *"Autistic Spectrum Disorders in the Early Years"*, Vol. 1, Paul Chapman Publishing, UK. 1, pp.1-13.

[3] Volkmar F. R. (2007), *"Autism and Pervasive Developmental Disorders"*, Vol. 2, Cambridge University Press, UK. 1, pp.18-22.

[4] Matson J. L. (2008). *"Clinical Assessment and Intervention for Autism Spectrum Disorders"*, Vol. 1, Academic Press, ELSEVIER, pp.18-24.

[5] Robins D., Fein D., Barton M. (2013), *"Modified Checklist for Autism in Toddlers, Revised with Follow-Up (M-CHAT-R/F)"*, Vol. 1, American Academy of Pediatrics, USA. 1, pp.2.

[6] Baron-Cohen S., Allen J. and Gillberg C. (1992), *"Can autism be detected at 18 months? The needle, the haystack and the CHAT*", Vol. 1, British Journal of Psychiatry, *161*, pp.839–843

[7] Tien KC. (2008), *"Effectiveness of the Picture Exchange Communication System as a Functional Communication Intervention for Individuals with Autism Spectrum Disorders: A Practice-Based Research Synthesis"*, Education and Training in Developmental Disabilities, 43, 1, pp.61-76.

[8] Moor J. (2008). *"Playing, Laughing and Learning with Children on the Autism Spectrum; A Practical Resource of Play Ideas for Parents and Carers"*, Vol. 2, Jessica Kingsley Publishers, UK. 1, pp.17-20.

[9] Jordan R. (2003). "Social play and autistic spectrum disorders; A perspective on theory, implications and educational Approaches", *The National Autistic Society*, 7, 4, pp.347-360.

[10] WHITE, C. (2002), *"The Social Play Record: The Development and Evaluation of a New Instrument for Assessing and Guiding the Social Interaction of Children with Autistic Spectrum Disorders*", Good Autism Practice, 3, 1, pp.63–78.

[11] Wolfberg P. J. (1999), "*Play and Imagination in Children with Autism*", Vol. 2, Teachers College Press, NY. 1, pp.15-36.

[12] Cankaya S., Kuzu A. (2010), "Investigating the characteristics of educational computer games developed for children with autism: a project proposal", *ELSEVIER, Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, pp.825-830.

[13] Peca A., Simut R., Pintea S., Costescu C., Vanderborght B. (2014), "How do typically developing children and children with autism perceive different social robots?", *ELSEVIER, Computers in Human Behavior*, 41, pp.268-277.

[14] Sanchez R. P., Bartel C. M., Brown E., DeRosier M. (2014), "The acceptability and efficacy of an intelligent social tutoring system", *ELSEVIER, Computers and Education*, 78, pp.321-332.

[15] Lorenzo G., Lledo A., Pomares J., Roig R. (2016), "Design and application of an immersive virtual reality system to enhance emotional skills for children with autism spectrum disorders", *ELSEVIER, Computers and Education*, 98, pp.192-205.

[16] Chien M.-E., Jheng C.-M., Lin N.-M., Tang H.-H., Taele P., Tseng W.-S., Chen M. Y. (2015), "iCAN: A tablet-based pedagogical system for improving communication skills of children with autism", *ELSEVIER, Int. J. Human-Computer Studies*, 73, pp.79-90.

[17] Sara Bernardini, Kaska Porayska-Pomsta, Tim J. Smith, (2014), " ECHOES: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism", *ELSEVIER, Information Sciences*, 264, pp.41-60.

[18] Silva G. M., Raposo A., Suplino M. (2014), "PAR: A Collaborative Game for Multitouch Tabletop to Support Social Interaction of Users with Autism", *ELSEVIER, Procedia Computer Science*, 27, pp.84-93.

[19] Mazurek M. O., Engelhardt C. R., Clark K. E. (2015), "Video games from the perspective of adults with autism spectrum disorder", *ELSEVIER, Computers in Human Behavior*, 51, pp.122-130.

[20] Short E., Feil-Seifer D., Mataric M. (2011), "A Comparison of Machine Learning Techniques for Modeling Human-Robot Interaction with Children with Autism", *IEEE, International Conference on Human-Robot Interaction (HRI),* pp.1-2.

[21] Boutsika E. (2014), "Kinect in Education: A Proposal for Children with Autism", *ELSEVIER, Procedia Computer Science*, 27, pp.123-129.

[22] Malinverni L., Mora-Guiard J., Padillo V., Valero L., Hervas A., Pares N. (2016), "An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder", *ELSEVIER, Computers in Human Behavior*, pp.1-15.

[23] Anzalone S. M., Tilmont E., Boucenna S., Xavier J., Jouen A.-L., Bodeau N., Maharatna K., Chetouani M., Cohen D. (2014), "How children with autism spectrum disorder behave and explore the 4-dimensional (spatial 3D + time) environment during a joint attention induction task with a robot", *ELSEVIER, Research in Autism Spectrum Disorders*, 8, pp.814-826.

[24] Bron E. E., Smits M., Flier W. M. (2015), "Standardized evaluation of algorithms for computer-aided diagnosis of dementia based on structural MRI: The CADDementia challenge", *ELSEVIER, NeuroImage*, 111, pp.562-579.

[25] Subbaraju V., Sundaram S., Narasimhan S., Suresh M. B. (2015), "Accurate detection of autisms pectrum disorder from structural MRI using extended metacognitive radial basis function network", *ELSEVIER, Expert Systems With Applications,* 42, pp.8775-8790.

[26] Subbaraju V., Suresh M. B., Sundaram S., Narasimhan S. (2017), "Identifying differences in brain activities and an accurate detection of autism spectrum disorder using resting state functional-magnetic resonance imaging : A spatial filtering approach", *ELSEVIER, Medical Image Analysis,* 35, pp.375-389.

[27] Ahmadlou M., Adeli H., Adeli A. (2012), "Fuzzy Synchronization Likelihood-wavelet methodology for diagnosis of autism spectrum disorder", *ELSEVIER, Journal of Neuroscience Methods*, 211, pp.203– 209.

[28] Matsuura N., Ishitobi M., Arai S., Kawamura K., Asano M., Inohara K., Narimoto T., Wada Y., Hiratani M., Kosaka H. (2014), "Distinguishing between autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder by using behavioral checklists, cognitive assessments, and neuropsychological test battery", *ELSEVIER, Asian Journal of Psychiatry,* 12, pp.50–57.

[29] Papageorgiou E. I., Kannappan A. (2012), "Fuzzy cognitive map ensemble learning paradigm to solve classification problems: Application to autism identification", *ELSEVIER, Applied Soft Computing,* 12, pp.3798–3809.

[30] Pratap A., Kanimozhiselvi C. S., Pramod K. V., Vijayakumar R., (2014), "Functional Fuzzy Based Autism Assessment Support System", *International Journal of Engineering and Technology (IJET),* 6, pp 2105-2114.

[31] Papageorgiou E. I., Kannappan A. (2012), "Fuzzy cognitive map ensemble learning paradigm to solve classification problems: Application to autism identification", *ELSEVIER, Applied Soft Computing,* 12, pp.3798-3809.

[32] Bartolome N. A., Zorrilla A. M., Zapirain B. G. (2013), "Autism Spectrum Disorder children interaction skills measurement using computer games", *IEEE, The International Conference on Computer Games,* 18, pp.207-211.

Abstract

Artificial intelligence becomes an important tool for decreasing human rules in many domains. Many tasks were done by people with high cost in the past. But now we can do them with intelligent systems; and in many cases intelligent systems have less cost and more punctuality. But decreasing the role of experts was challenging always.

Autism is a wide range of behavioral disorders. The common denominator of patients with this disorder is stereotyped patterns of behavior, difficulties in oral communication and social interaction. This problem causes autistic children can't learn and grow like others. Although there is no certain treatment for autism, but we can help patient to interact environment with some trainings.

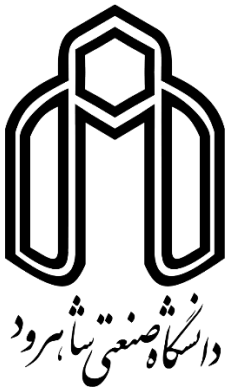
In this thesis we present a new method for measuring amount of autistic disorders in people. We call this method Moving Picture for Concentration Measurement (MPCM). So, we design a computer game with two group of shapes, circles and squares. Our consideration is on measuring focus, especially when shapes are moving.

We asked different children to play with MPCM and registered their performance. This children are in two groups; the first group are diagnosed autistic and the second one are normal children. Normal children help us in comparison.

The severity of disorder is presented as a fuzzy number. For autistic children experts determined this number and for normal group we assign a small number.

For judging about people performance, we need a way to represent the existing knowledge in this field and find a map from inputs to outputs. The artificial neural networks are a suitable structure for this target. In this thesis we use them. Finally we put every sample in one group of disorder's severity; normal, mild, moderate and severe.

Key words: Autism, Intelligent computer game, Rule based fuzzy system, Artificial neural Networks



Faculty of Computer Engineering

M.Sc. Thesis in Artificial Intelligence Engineering

Designing and Implementing a Rule-Based Diagnosis System for ASD

By: Sima Beynaghi

Supervisor:
Dr. Pouyan

February 2017