دانشکده‌ی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی هوش مصنوعی

طراحی یک بازی انطباق‌پذیر برای آموزش محاوره به کودکان اوتیسم

نگارنده: امیرحسین خباز

استاد راهنما:

دکتر علی‌اکبر پویان

اساتید مشاور:

دکتر منصور فاتح

دکتر وحید ابولقاسمی

بهمن ۹۶

شماره:

تاریخ:

باسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

ویرایش:

دانشکده :

گروه :

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم ..... به شماره دانشجویی: ....

تحت عنوان:

در تاریخ ..... 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 :	
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 :			

سپاسگزاری

با سپاس از پروردگار.

از اساتید گرامیم جنابان آقایان دکتر علی‌اکبر پویان، دکتر منصور فاتح و دکتر وحید ابولقاسمی بسیار سپاسگزارم چرا که بدون راهنمایی‌های ایشان تامین این پایان‌نامه بسیار مشکل می‌نمود. همچنین از تمامی اساتید گرامی که تا این مقطع درسی مرا رهنمود فرمودند مراتب سپاسگزاری را دارم.

و در انتها با سپاس از دو وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

آنان که موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم...

پدرانمان

مادرانمان

تعهد نامه

اینجانب **امیرحسین خباز** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **هوش مصنوعی و رباتیکز** دانشکده مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه **طراحی یک بازی انطباق‌پذیر برای آموزش محاوره به کودکان 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 .**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.**

چکیده:

طیف اختلالات اوتیسم، مجموعه‌ای از ویژگی‌ها است. این ویژگی‌ها شامل ناهنجاری‌های کیفی در تعاملات اجتماعی متقابل، ناهنجاری در الگوهای ارتباطی، علایق و فعالیت‌های تکراری و کلیشه‌ای هستند. ناهنجاری در تعاملات متقابل اجتماعی و محاوره، اصلی‌ترین خصیصه‌ی مبتلایان به اوتیسم می‌باشد.

بازی‌های کامپیوتری تاثیرات مثبتی روی مبتلایان به اوتیسم دارند. به منظور بهبود مهارت‌های محاوره‌ی این کودکان، از بازی‌های جدی استفاده می‌شود. منظور از بازی جدی، یک بازی است که دارای یک تفکر آموزشی است و صرفا به منظور جلب توجه و سرگرمی طراحی نشده باشد.

در گذشته چند بازی جدی به منظور آموزش یا درمان مبتلایان به طیف اختلالات اوتیسم، ارائه شده‌اند. این بازی‌ها، از ابزاری چون تکنولوژی ردیابی چشم، دوربین‌های نظارتی و روبات‌ها استفاده کرده بودند. این ابزارها به دلیل گران‌قیمت بودن برای اکثر خانواده‌ها و نهادها غیر قابل استفاده می‌باشند.

برخی از تحقیقات گذشته، از سیستم انطباق‌پذیر استفاده کرده بودند. این سیستم‌ها به گونه‌ای می‌باشند که خود را با شرایط و مهارت‌ها و یا حالات روحی بیمار انطباق می‌دهند. این نگرش، به ساده شدن بازی برای بیمار کمک می‌کند و در روند بهبود این بیماران موثر می‌باشد.

در این تحقیق، یک بازی جدی انطباق‌پذیر، ارائه شده است. بازی از طریق یک عامل هوشمند مصنوعی و با استفاده از مفاهیم یادگیری تقویتی، به منظور هم‌سطح‌سازی سختی بازی با مهارت‌های کاربر، اقدام به سخت یا آسان‌کردن چالش‌های بازی می‌نماید. بنابراین یک فرآیند پویا برای ارزیابی و درمان مهارت‌های محاوره‌ی کودک، شکل می‌گیرد. در هر حالت، با استفاده از منطق فازی، سطح مهارت‌های کاربر مشخص می‌شود. بازی پیشنهادی پایان‌نامه، توسط ۱۵ کودک مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، آزمایش شد. نتایج به دست‌آمده نمایان‌گر موثر بودن این تکنیک برای بهبود کودکان می‌باشد.

کلمات کلیدی: بازی انطباق‌پذیر، یادگیری تقویتی، منطق فازی، اوتیسم، بازی جدی

لیست مقالات مستخرج از پایان‌نامه

[1] Amir H. Khabbaz, Ali A. Pouyan, Mansoor Fateh, Vahid Abolghasemi, "An adaptive RL Based fuzzy game for autistic children", in the 19th International Symposium on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP) , 2017.

[2] Amir H. Khabbaz, Ali A. Pouyan, Mansoor Fateh, Vahid Abolghasemi ," An adaptive learning game for autistic children using reinforcement learning and fuzzy logic", JAIDM, 2018. **Under Review**

[۳] امیر ح. خباز، علی ا. پویان، منصور فاتح، " طراحی یک بازی انطباق‌پذیر برای کودکان اوتیسم با استفاده از روش‌های یادگیری تقویتی و منطق فازی"، نشریه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، ۱۳۹۶. **Submitted**

فهرست مطالب

۱. مقدمه

۱-۱ اوتیسم چیست؟ ۲

۱-۲ بازی و اوتیسم ۴

۱-۳ تعریف مسئله ۵

۱-۴ هدف و نوآوری پایان‌نامه ۶

۱-۵ چالش‌های پایان‌نامه ۷

۱-۶ ساختار پایان‌نامه ۷

۲. بازبینی ادبیات موضوع و مرور کارهای گذشته

۲-۱ مقدمه ۱۰

۲-۲ اطلاعات تکمیلی در مورد طیف اختلالات اوتیسم ۱۰

۲-۲-۱ انواع مختلف طیف اختلالات اوتیسم ۱۰

۲-۲-۲ نگرش‌های طیف اختلالات اوتیسم ۱۲

۲-۲-۲-۱ نگرش اختلال در زمان شکل‌پذیری ۱۲

۲-۲-۲-۲ اختلال در تنظیمات برانگیختن و مهارکردن ۱۳

۲-۲-۲-۳ نگرش ذهن ۱۴

۲-۲-۲-۴ نورون‌های بازتاب‌کننده و و طیف اختلالات اوتیسم ۱۵

۲-۲-۳ عوامل ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم ۱۶

۲-۲-۳-۱ فاکتورهای محیطی ۱۶

۲-۲-۳-۲ ژنتیک ۱۷

۲-۲-۳-۳ تعامل ژنتیک و محیط ۱۷

۲-۲-۴ تشخیص طیف اختلالات اوتیسم ۱۸

۲-۲-۴-۱ شرایط و لوازم تشخیص ۱۹

۲-۳ تحقیقات انجام‌شده در زمینه‌ی طیف اختلالات اوتیسم ۲۰
۲-۴ بازی‌های جدی ۲۷
۲-۴-۱ طبقه‌بندی بازی‌های جدی ۲۸
۲-۴-۲ تحقیقات گذشته در زمینه‌ی بازی‌های جدی ۳۰
۲-۵ بازی‌های جدی برای کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم ۳۷
۲-۵-۱ بازی جدی به منظور آموزش کودکان اوتیستیک ۳۷
۲-۵-۲ بازی جدی به منظور درمان کودکان اوتیستیک ۴۴
۲-۶ سیستم‌های انطباق‌پذیر ۵۲
۲-۶-۱ بررسی تحقیقات گذشته در زمینه‌ی سیستم‌های انطباق‌پذیر ۵۲

۳. روش پیشنهادی پایان‌نامه

۳-۱ مقدمه ۵۶
۳-۲ طراحی سیستم و بازی ۵۶
۳-۳ نحوه‌ی انطباق‌پذیری ۶۰
۳-۳-۱ انتخاب مناسب‌ترین عمل در هر حالت ۶۰
۳-۳-۲ اندازه‌گیری سطح مهارت‌های کاربر با استفاده از منطق فازی ۶۴
۳-۴ پیاده‌سازی ۶۷

۴. آزمایش و ارزیابی نتایج

۴-۱ انجام آزمایش ۷۰
۴-۲ ارزیابی آزمایش ۷۲
۴-۳ مقایسه با کارهای گذشته ۷۶

۵. نتیجه‌گیری

۵-۱ معایب و مزایای روش ارائه‌شده ۷۸
۵-۲ نتیجه‌گیری کلی ۷۸
۵-۳ کارهای آینده ۷۹

منابع ۸۰

فهرست اشکال

شکل۲-۱.حلقه‌ی ساختار تحقیق مبتنی بر طراحی ۴۰

شکل ۳-۱.آشنایی اولیه‌ی کودک با محیط بازی ۵۷

شکل ۳-۲.کودک باید از برخورد با موانع اجتناب نماید ۵۷

شکل ۳-۳. بازیکن باید از تیرهای شکارچی، فرار کند ۵۸

شکل ۳-۴.تعقیب پرنده توسط یک عقاب ۵۸

شکل ۳-۵. استفاده از شکارچی برای کشتن عقاب ۵۹

شکل ۳-۶. مدل پروسه‌ی تصمیم‌گیری مارکوف ۶۱

شکل ۳-۷.دیاگرام فازی نمایش‌گر درجات عضویت کاربر نسبت به هر مجموعه‌ی فازی ۶۵

شکل ۳-۸. ماشین‌اتوماتای نشان‌گر فضای حالت و فضای اعمال بازی ۶۷

شکل ۴-۱.نمودار عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی ۷۲

شکل ۴-۲.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس جنسیت ۷۳

شکل ۴-۳.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس سطح در طیف اختلالات اوتیسم ۷۴

شکل ۴-۴.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس سن ۷۵

شکل ۴-۵.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس وجود یا عدم وجود اختلال همراه ۷۶

فهرست جداول

جدول ۱-۱.میزان شیوع طیف اختلالات اوتیسم در ایالات متحده‌ی آمریکا [۱۸] ۵

جدول ۴-۱. اطلاعات مربوط به بیمارانی که در آزمایش شرکت کرده‌اند ۷۰

۱. مقدمه

۱-۱ اوتیسم چیست؟

اوتیسم اولین بار در سال ۱۹۴۳ میلادی توسط کَنِر[۱] شرح داده شد. در سال ۱۹۴۴ میلادی بیماری آسپرگر[۲] به بیماری کودکانی با نشانه‌هایی مشابه اوتیسم، ربط داده شد. در همان زمان، بیماری کودکانی که خصایص ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم را داشتند، شیزوفرنیا[۳] و یا اختلالات روانی دوران طفولیت[۴] تشخیص داده شد. در دهه‌ی ۱۹۶۰ میلادی و اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰ میلادی مطالعات اثبات کردند که کودکانی که رفتاری مشابه با آنچه کنر توصیف کرده بود، دارند را می‌توان با اطمینان زیادی از کودکانی که دیگر اختلالات روانی دارند، تشخیص و تمیز داد. اصطلاح اختلالات در رشد فراگیر[۵]، توسط انجمن روان شناسی آمریکا معرفی شد [۱]. اخیرا این اصطلاح، با اصطلاح طیف اختلالات اوتیسم[۶]، تعویض شد. دلیل این تعویض، آن است که شباهت زیر مجموعه‌های اوتیسم بیشتر از تفاوت‌های آن است [۲].

طیف اختلالات اوتیسم، یک بیماری توسعه‌یافته‌ی عصبی است [۳]. این بیماری به تاثیرگذاری بر روی مهارت‌های اجتماعی و ارتباطات فرد، شهره است. بیماران مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، علاقه‌ی ثابتی به رفتارهای تکراری نشان می‌دهند [۴].

طیف اختلالات اوتیسم مجموعه‌ای از ویژگی‌ها است. این ویژگی‌ها شامل ناهنجاری‌های کیفی در تعاملات اجتماعی متقابل، ناهنجاری درک الگوهای ارتباطی، علایق و فعالیت‌های تکراری و کلیشه‌ای هستند. این ناهنجاری‌ها در همه‌ی شرایط فراگیر هستند اما ممکن است در درجات مختلفی باشند. امروزه،

---

[۱] Kanner

[۲] Asperger

[۳] Schizophrenia

[۴] Infantile Psychosis

[۵] Pervasive Developmental Disorder (PDD)

[۶] Autism Spectrum Disorder(ASD)

به‌طور کلی مشخص شده است که یک طیف از شدت علائم رفتاری و توانایی فکری وجود دارد. این طیف از به شدت بیمار شروع می‌شود و تا شدت بیماری خفیف ادامه دارد.

خیلی از ویژگی‌های اوتیسم در فرهنگ‌های مختلف یکسان است. با این حال بهره‌ی هوشی دوقلوهای همسان مبتلا به اوتیسم ممکن است باهم تفاوت زیادی داشته باشد. برای مثال ممکن است یکی بتواند که با اتومبیل تا محل کارش رانندگی کند؛ در حالی که دیگری حتی برای بهداشت شخصی نیاز به کمک داشته باشد [۵].

ناهنجاری در تعاملات متقابل اجتماعی، اصلی‌ترین خصیصه‌ی مبتلایان به اوتیسم می‌باشد [۶]. نوزادان و کودکان جوان ممکن است، آنطور که انتظار می‌رفت با مادر یا دایه ارتباط فیزیکی مناسبی برقرار نسازند. استفاده‌ی اجتماعی از لبخند و دیگر ابرازات عواطف صورت ممکن است که پدید نیاید یا به درستی انجام نپذیرد. کودکان جوان ممکن است به صدای دیگران توجهی نکنند و ممکن است که جلب توجه ایشان، کار سختی باشد.

با بیشتر شدن سن، کمبودهای اجتماعی نمایان‌تر می‌شوند. کودکان مبتلا به اوتیسم، تنهاتر می‌شوند و بیشتر ممکن خواهد بود که زورگو شوند و توانایی‌های اجتماعی برای برقراری ارتباطات دوستانه‌ی موفق را نداشته باشند.

ترکیبی از تغییرات ژنتیکی و علایم محیطی امکان اثرگذاری روی توسعه‌ی مغز نوزاد دارد. اوتیسم در دوران نوزادی شکل می‌گیرد. اما عمده علایم آن در سنین دو تا سه سالگی قابل مشاهده است.
بیشتر اوقات والدین در سن دو سالگی فرزندانشان پی به ناهنجاری‌هایی در ایشان می‌برند. برای مثال کودک ممکن است که کم‌صحبت باشد و یا اوقات‌تلخی کند. همچنین ممکن است در نشستن، خوردن و یا خوابیدن مشکل داشته باشد. خیلی از کودکان زیر ۳ ساله‌ای که در نهایت علائم اوتیسم را نشان می‌دهند، هنوز تا قبل از ۳ سالگی نشانی از رفتارهای تکراری و محدودکننده را بروز نمی‌دهند.

تشخیص اوتیسم، نیازمند اثبات وجود مشکل در سه زمینه است. این زمینه‌ها، تعاملات اجتماعی، برقراری ارتباط و علایق و رفتارهای تکراری و محدودکننده می‌باشند. البته تمامی افراد مبتلا به اوتیسم، اختلالات در هر سه زمینه را بصورت همزمان نشان نمی‌دهند.

۱-۲ بازی و اوتیسم

تکنولوژی در تشخیص و درمان طیف اختلالات اوتیسم، قابل استفاده است. یادگیری از طریق بازی مفهومی مورد تایید توسط جهانیان است [۷]. بهترین نوع فراگیری در بیماران مبتلا به اوتیسم، از طریق دیدن است [۸].

به غیر از روش‌های معمول درمان اوتیسم، دو روش مبتنی بر تکنولوژی وجود دارد. این روش‌ها به دو دسته‌ی سخت‌افزاری و نرم‌افزاری تقسیم شده‌اند. در روش‌های سخت‌افزاری از توسعه‌ی روبات‌ها و اسباب‌بازی‌های تعامل‌پذیر با کودکان مبتلا به اوتیسم، استفاده می‌شود. این روش‌ها در بهبود مهارت‌های محاوره‌ی این کودکان، تاثیرگذار هستند [۹] [۱۰].

هدف اکثر راه‌حل‌های نرم‌افزاری، توسعه‌ی مهارت‌های محاوره [۱۱] و بهبود قدرت تشخیص عواطف افراد در مبتلایان به اوتیسم است [۱۲]. در راستای راه‌حل‌های نرم‌افزاری، توسعه و طراحی بازی‌های کامپیوتری مختص این کودکان نیز مورد توجه قرار گرفته است [۱۳].

بازی‌های کامپیوتری تاثیرات مثبتی روی مبتلایان به اوتیسم دارند [۱۴]. این بازی‌ها از عواطف، مهارت‌های زبانی و موضوعاتی مانند برنامه‌ریزی استفاده می‌نمایند [۱۵] [۱۶].

برخی بازی‌های ویدئویی با هدف درمانی در کودکان مبتلا به طیف اوتیسم، طراحی شده‌اند. این بازی‌ها می‌توانند با یا بدون استفاده از انگشتان دست، با استفاده از دسته‌ی بازی و هرگونه ابزار دیگر انجام شوند.

۱-۳ تعریف مسئله

مهم‌ترین مسئله‌ی موجود، رشد نرخ سالانه‌ی ابتلا به این بیماری است. در حال حاضر حدود یک درصد از جمعیت جهان، مبتلا به اوتیسم هستند [۱۷]. جدول ۱-۱ نشان‌دهنده‌ی میزان شیوع بیماری اوتیسم در ایالات متحده‌ی آمریکا است [۱۸]. این جدول در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ میلادی تهیه و تنظیم شده است.

جدول ۱-۱.میزان شیوع طیف اختلالات اوتیسم در ایالات متحده‌ی آمریکا [۱۸]

سال تحقیق	سال تولد	میزان ابتلا در ۱۰۰۰ کودک(دامنه)	از هر X کودک، یک کودک مبتلا به اوتیسم است.
۲۰۰۰	۱۹۹۲	۶/۷ (۴/۵-۹/۹)	۱ نفر در ۱۵۰ نفر
۲۰۰۲	۱۹۹۴	۶/۶ (۳/۳-۱۰/۶)	۱ نفر در ۱۵۰ نفر
۲۰۰۴	۱۹۹۶	۸/۰ (۴/۶-۹/۸)	۱ نفر در ۱۲۵ نفر
۲۰۰۶	۱۹۹۸	۹/۰ (۴/۲-۱۲/۱)	۱ نفر در ۱۱۰ نفر
۲۰۰۸	۲۰۰۰	۱۱/۳ (۴/۸-۲۱/۲)	۱ نفر در ۸۸ نفر
۲۰۱۰	۲۰۰۴	۱۴/۷ (۵/۷-۲۱/۹)	۱ نفر در ۶۸ نفر
۲۰۱۲	۲۰۰۴	۱۴/۶ (۸/۲-۲۴/۶)	۱ نفر در ۶۸ نفر

این اطلاعات نشان می‌دهد که طیف اختلالات اوتیسم، شایع‌تر شده است. پسران، نسبت به دختران ۳ تا ۴ برابر امکان ابتلا به اوتیسم را دارند.

تاخیر و یا انحراف در رشد مهارت‌های صحبت‌کردن، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های طیف اختلالات اوتیسم می‌باشد. نزدیک به ۵۰ درصد از افرادی که مبتلا به اوتیسم هستند، هیچگاه توانایی صحبت‌کردن کارآمد را بدست نمی‌آورند. برخی که توانایی صحبت‌کردن را دارند، توانایی استفاده از صحبت‌کردن برای مصارف اجتماعی را ندارند. همچنین ممکن است اختلالاتی چون گفتن کلیشه‌ای برخی جملات را داشته باشند [۱۹].

همچنین مبتلایان به اوتیسم مشکلاتی در ارتباطات غیرزبانی نیز دارند. نمی‌توانند که به خوبی به چیزی اشاره‌کنند یا چیزی را نشان دهند. یک کودک مبتلا به اوتیسم که تشنه است، ممکن است بجای آن‌که

از طریق صحبت کردن، تماس چشمی یا ایما و اشاره درخواستش را مطرح کند، اوقات تلخی کند و یا دست یک بزرگسال را روی بطری آب قرار دهد. همچنین ممکن است اختلالاتی در تقلیدکردن، بازی اجتماعی کردن، و یا بازی‌کردن با عروسک‌ها و یا اسباب‌بازی‌ها داشته باشد. این کودکان تمایلی به بازی‌کردن اشتراکی با دیگران نیز ندارند [۱۹].

برخی بیماران مبتلا به اوتیسم در زمینه‌های متعددی مانند موسیقی، هنر، ریاضیات، مهارت‌های بصری و غیره با استعداد هستند. اما ایشان حتی در سنین بزرگسالی نیز از کمبود استقلال، رنج می‌برند. محققان در حال تلاش برای توسعه‌ی مهارت‌های لازم برای استقلال فردی، در مبتلایان به این طیف، هستند [۲۰].

۱-۴ هدف و نوآوری پایان‌نامه

کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم نمی‌توانند به خوبی بر روی اشیا و حرکت اشیا متمرکز شوند. یکی از تمرینات معمول برای آموزش این کودکان دنبال کردن حرکت یک توپ می‌باشد. ایشان نمی‌توانند در زمان انجام محاوره، به طور مناسب بر روی مخاطب متمرکز شوند. یادگیری از طریق دیدن و بازی برای این کودکان مفید می باشد. به همین دلیل، در بازی جدی ارائه‌شده در این مقاله، سعی شده است که از اشیا ساکن و متحرک استفاده گردد، تا یک شبیه‌سازی مناسب از زندگی روزمره واقعی برای ایشان انجام بپذیرد.

در این تحقیق، بازی پرنده‌ی زیرک[۱] برای مبتلایان به اوتیسم طراحی شده است. کاربران این بازی با استفاده از انگشتان دست بازی را انجام می‌دهند. در این بازی، تمامی حرکات بازیکن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بازی با استفاده از ارزیابی ذکر شده و بر اساس منطق فازی، بازیکن را سطح‌بندی می‌کند. در ادامه، با استفاده از مفاهیم یادگیری تقویتی، سطح هوش مصنوعی بازی با سطح بازیکن هماهنگ

[۱] Smart Bird

می‌شود. بدین ترتیب بازیکن همواره چالش را احساس می‌کند و بازی برای وی سخت یا آسان نمی‌شود. این موضوع می‌تواند اثرات مثبتی در زمینه‌ی درمان بازیکن داشته باشد.

۱-۵ چالش‌های پایان‌نامه

از مشکلات این تحقیق، تعداد کم شرکت‌کنندگان در آزمایش، عدم تمایل کودکان به ادامه‌ی بازی، عدم ارتباط‌پذیری کودک با ابزار بازی یعنی صفحه‌کلید، تعداد اندک تکرارپذیری بازی برای هر کودک بوده است. این موارد کار را برای نتیجه‌گیری دقیق، سخت می‌کند.

همچنین بهتر بود که آزمایشات این تحقیق در بازه‌ی زمانی طولانی، برای مثال یک سال، انجام می‌شد که به دلیل کمبود زمان، امکان پذیر نبود.

۱-۶ ساختار پایان‌نامه

این پایان‌نامه در ۵ فصل تنظیم شده است. ابتدا در فصل دوم شرحی از تحقیقات گذشته و ادبیات موضوع، ارائه شده است. در فصل سوم توضیحاتی در مورد روش ارائه‌شده در این پایان‌نامه و بازی ارائه شده است. در این فصل، چگونگی انطباق‌پذیر بودن بازی با سطح بازیکن و نحوه‌ی پیاده‌سازی بازی ارائه شده است. در فصل چهارم آزمایشات انجام‌شده شرح داده شده است و نتایج به‌دست‌آمده بررسی شده‌اند. در فصل پنجم، نتیجه‌گیری کلی انجام شده‌است و نقصان‌ها و طرح‌های آینده، مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. بازبینی ادبیات موضوع و مرور کارهای گذشته

۲-۱ مقدمه

در این فصل، ادبیات موضوع و کارهای گذشته مرور می‌شوند. ابتدا در بخش دوم اطلاعاتی تکمیلی در مورد طیف اختلالات اوتیسم ارائه می‌شود. در بخش سوم، تحقیقاتی که در گذشته در زمینه‌ی طیف اختلالات اوتیسم انجام شده‌اند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. بخش چهارم شامل توضیحاتی در مورد بازی جدی[۱] و بررسی تحقیقات انجام‌شده در زمینه‌ی بازی‌های جدی می‌باشد. در نهایت در بخش پنجم تحقیقاتی که در گذشته در زمینه‌ی بازی‌های جدی برای کمک به کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، انجام شده‌اند؛ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۲-۲ اطلاعات تکمیلی در مورد طیف اختلالات اوتیسم

اوتیسم به عنوان شرایطی توصیف شده است که در دوسال و نیم اول زندگی کودک سرمنشا می‌گیرد و ناشی از اختلالات مغزی است. طیف اختلالات اوتیسم به عنوان حضور اختلال در سه زمینه، توصیف می‌شود. این زمینه‌ها شناخت اجتماعی، ارتباطات و تخیلات می‌باشند.

در ادامه انواع مختلف طیف اختلالات اوتیسم مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۲-۲-۱ انواع مختلف طیف اختلالات اوتیسم

۵ نوع اصلی طیف اختلالات اوتیسم و ویژگی‌های آنان بر طبق شرایط راهنمای آماری و تشخیصی ناهنجاری‌های ذهنی ۴[۲] به صورت زیر هستند [۲۱]:

۱. اختلالات اوتیستیک: اختلال در توسعه‌ی رشد تعاملات اجتماعی، فعالیت‌های رفتاری محدود و تکراری است. معمولا در سنین اولیه‌ی کودک پدیدار می‌شوند.

---

[۱] Serious Game

[۲] Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders(DSM-IV)

۲. سندروم آسپرگر[۱]: این اصطلاح برای توصیف کودکانی که مشکلات یادگیری ندارند، استفاده می‌شود. افرادی که سندروم آسپرگر دارند معمولا بهره‌ی هوشی معمولی دارند. مهارت‌های زبانی ایشان ممکن است که به خوبی و یا بهتر از مهارت‌های غیر زبانی ایشان باشد.

۳. اختلالات رت[۲]: تنها در بانوان تشخیص داده شده است. یک الگوی پسرفت در رشد بسیار متمایز و منحصر به فرد است که پس از یک دوره‌ی عملکرد معمولی در ۵ ماه اول پس از تولد کودک، پدید می‌آید.

۴. اختلالات تجزیه‌شده‌ی کودکی[۳]: پسرفت در چند زمینه از عملکرد کودک است که در پی یک دوره‌ی عملکرد معمولی در ۲ سال اول پس از تولد کودک، پدید می‌آید.

۵. اختلال فراگیر در رشد و نه غیر از آن[۴]: اختلالات شدید و فراگیر در تعاملات متقابل اجتماعی فرد است. با این حال خصوصیات این افراد به گونه‌ای نیست که در هیچ یک از دسته‌بندی‌های قبلی قرار گیرد.

در سال ۲۰۱۳، انجمن روان‌شناسی آمریکا نسخه‌ی بازبینی‌شده‌ای از راهنمای آماری و تشخیصی ناهنجاری‌های ذهنی، ارائه داد و بر طبق آن، طیف اختلالات اوتیسم در سه نوع دسته‌بندی شد:

۱. اختلالات اوتیستیک
۲. سندروم آسپرگر
۳. اختلال فراگیر در رشد و نه غیر از آن.

---

[۱] Asperger’s syndrome (AS)
[۲] Rett’s disorder
[۳] Childhood Disintegrative Disorder
[۴] Pervasive Developmental Disorder not Otherwise (PDD–NOS)

این کودکان علایق زیادی به تکنولوژی و بازی‌های کامپیوتری دارند. ایشان ممکن است که بر روی یک موضوع که مورد علاقه‌ی ایشان است متمرکز و خیره شوند. برای مثال قطار، دایناسور یا فضای بیرون از سیاره‌ی زمین.

با این که گام‌های زیادی در تشخیص سریع اوتیسم برداشته شده است. فواید و سود برای اکثریت کودکان مبتلا به اوتیسم، کم بوده است. چرا که فقط بخش کمی از ایشان توانایی زندگی مستقل در دوران بزرگسالی را دارند.

۲-۲-۲ نگرش‌های طیف اختلالات اوتیسم

در ادامه نگرش‌ها و اصول مختلف طیف اختلالات اوتیسم بررسی می‌شوند.

۲-۲-۲-۱ نگرش اختلال در زمان شکل‌پذیری

به طور گسترده، این موضوع که مغز مبتلایان به اختلالات طیف اوتیسم، نشان‌دهنده‌ی اختلالات مورفولوژیکی[۱] موثری است، مورد اقبال جامعه ی علمی بوده است. مطالعات با استفاده از تصویربرداری مغناطیسی تشدیدی کارآمد[۲] نشان داده است که تعداد اتصالات با اندازه‌ی طولانی، در مغز این بیماران با کاهش فراوانی مواجه شده است [۲۲].

در سطح ریزساختاری، قطعی در روند توسعه‌ی مغز، به دلیل تنظیمات غیر معمولی تقسیمات سلولی و آپوپتوز[۳] و همچنین التهاب نورون‌های عصبی می‌باشد.

---

[۱] Morphological

[۲] Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI)

[۳] Apoptosis

یک تحقیق گزارش داده است که در سن ۳ ماهگی، کودکانی که احتمال بیشتری برای توسعه‌ی اوتیسم دارند، اتصالات مغزی بیشتری نسبت به کودکانی که احتمال کمتری برای توسعه‌ی اوتیسم دارند، را دارا هستند. این تفاوت به تدارج در حدود ۶ تا ۹ ماهگی این دوگروه از کودکان ناپدید می‌شود [۲۳].

همچنین شواهدی موجود است که نمایان‌گر آن است که مغز یک فرد اوتیستیک، با اختلالات مورفولوژیک توصیف می‌شود. این اختلالات، شامل رشد بی‌رویه‌ی چند ساختار مغزی از جمله قشر پیشانی[۱]، آمیگدالا[۲] و مخچه می‌باشد. در واقع ۶ ماه پس از تولد، محدوده‌ی سر نوزادان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، نسبت به کودکان عادی بیشتر رشد می‌کند، اما در اواخر دوران کودکی کمی کاهش اندازه رخ می‌دهد. به همین دلیل مغز بزرگسالان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، از نظر حجم و اندازه فرقی با مغز بزرگسالان عادی ندارد [۲۴].

۲-۲-۲-۲ اختلال در تنظیمات برانگیختن و مهارکردن

توسعه‌ی متوازن سیناپس‌های هیجان‌انگیز و مهارکننده، برای عمل‌کرد کارآمد محرک‌ها و شبکه‌های شناختی مغز، حیاتی است. عدم توازن در این سیناپس‌ها ممکن است سبب بروز اختلالات روانی متعددی چون طیف اختلالات اوتیسم، شیزوفرنیا و اختلالات دوقطبی[۳] گردد.

در یک سیستم عصبی مرکزی بالغ، نورون‌های میانی (گاما آمینو بیوتریک اسید)[۴]، ورودی‌های مهارکننده را به سیناپس‌ها می‌رسانند و نورون‌های گلوتاماترگیک (گلوتامیک اسید)[۵]، ورودی‌های هیجان‌انگیز را به سیناپس‌ها می‌فرستند. جهش‌ها و عوامل محیطی که سبب افزایش سیگنال‌های گلوتاماتی[۶] یا کاهش سیگنال‌های گاما آمینوبیوتریک اسیدی شوند، می‌توانند سبب عدم توازن در برانگیختن و مهارکردن

---

۱ Frontal Cortex

۲ Amygdala

۳ Bipolar Disorders

۴ Gamma Amino Butyric Acid (GABA)-interneurons

۵ Glutamatergic Neurons

۶ Glutamate

شود که سبب افزایش احتمال ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم می‌گردد [۲۵]. تعداد زیادی از مطالعات نشان داده‌اند که افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، سطح گلوتامات خون بیشتری از حالت عادی دارند [۲۶] [۲۷]. همچنین نشان داده شده است که گاما آمینو بیوتریک اسید نیز، که نقش اصلی در تنظیم تحریک‌پذیری نورون‌ها را دارد، در مبتلایان طیف اختلالات اوتیسم دچاز تغییراتی شده است [۲۸].

۲-۲-۲-۳ نگرش ذهن

دهه‌هاست که مطالعات در مورد نگرش ذهن[۱] غالب تحقیقات در زمینه‌ی طیف اختلالات اوتیسم را تشکیل می‌دهند. نگرش ذهن، ظرفیت برای فهم شرایط ذهنی شخصی است. برای مثال تفکرها و علایق فردی، از جمله‌ی این شرایط هستند.

نگرش ذهن در کودکان معمولی به سرعت رشد می‌یابد؛ در حالی که در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، تاخیر قابل توجهی دارد [۲۹]. به واقع معمولا کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم در آزمایشات اولیه‌ی نگرش ذهن رد می‌شوند. قبولی در این آزمایشات نیازمند فهم باورها و اهداف دیگران است و این موضوع که ممکن است این باورها اشتباه باشند. عدم قبولی در این آزمایش می‌تواند توضیح‌دهنده‌ی دلیل مشکلات این کودکان در رفتار اجتماعی و مهارت‌های محاوره باشد. بزرگسالان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، معمولا در آزمایشات نگرش ذهن موفق عمل می‌کنند ولی با این‌حال هنوز هم در فهم باورها و اهداف و مقصودهای دیگران، مشکل دارند [۳۰].

تعداد زیادی از محققان بر این باورند که ناتوانی ایشان در نگرش ذهن، بخاطر ناتوانی و اختلال در فهم، شناسایی و پاسخگویی به اظهار عواطف دیگران است [۳۱] [۳۲].

---

[۱] Theory of Mind (TOM)

۲-۲-۲-۴ نورون‌های بازتاب‌کننده و و طیف اختلالات اوتیسم

نورون‌های بازتاب‌کننده[۱]، سلول‌هایی از مغز هستند که زمانی که فرد یک عمل خاص را انجام می‌دهد یا که آن عمل را مشاهده می‌کند؛ فعال می‌شوند [۳۳]. این سلول‌ها در فعالیت‌های بیشماری نقش دارند. برای مثال شناسایی فعالیت‌های دیگران، مقررات اجتماعی و عاطفی و فعالیت‌های شناختی از جمله‌ی این فعالیت‌ها هستند که نورون‌های بازتاب‌کننده در آن‌ها نقش دارند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که ناهنجاری در سیستم نورون‌های بازتاب‌کننده ممکن است سبب اختلالات شناختی و اجتماعی شود که در ارتباط با طیف اختلالات اوتیسم باشد [۳۴]. نورون‌های بازتاب‌کننده فهم فعالیت‌های دیگران را برای هر فرد، ممکن می‌سازند. این نورون‌ها، فعالیت‌های شناختی اجتماعی چون اظهار ترحم و بیان عواطف را تسهیل می‌نمایند.

شواهدی که نشان‌دهنده‌ی ارتباط بین ناهنجاری در سیستم نورون‌های بازتاب‌کننده و ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم است از تکنیک‌های تصویربرداری، چون تصویربرداری مغناطیسی تشدیدی کارآمد، موج‌نگاری مغز[۲] و الکترومیوگرافی[۳] بدست می‌آیند [۳۵].

در یک تحقیق، فعالیت ماهیچه‌ی مایلوهیوید[۴]، که در بازکردن دهان انسان نقش دارد؛ در کودکان مورد بررسی قرار گرفت. در حالی که این کودکان در حال مشاهده‌ی آزمایش‌گری بودند که قاشقی از غذا را به سمت دهان ایشان می‌آورد. نتایج نشان داد که فعالیت الکترومیوگرافی در کودکان عادی افزایش می‌یابد ولی در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم تغییری نمی‌کند. این موضوع، این فرضیه که مبتلایان به طیف اختلالات اوتیسم، اختلالاتی در سیستم نورون‌های بازتاب‌کننده دارند را اثبات می‌کند.

---

۱ Mirror Neurons

۲ Electroencephalogram (EEG)

۳ Electromyography (EMG)

۴ Mylohyoid

۲-۲-۳ عوامل ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم

در ادامه عوامل مختلف ابتلا به طیف اختلالات اوتیسمی که تاکنون مشخص گردیده‌اند؛ بررسی می‌شوند.

۲-۲-۳-۱ فاکتورهای محیطی

تعداد زیادی مدرک موجود است که بیان‌گر ارتباط مهم بین فاکتورهای محیطی و روان‌شناسی طیف اختلالات اوتیسم می‌باشند [۳۶]. عوامل محیطی ممکن است تغییرات عمیقی بر روی توسعه‌ی مغز بگذارد و همچنین بر روی پروسه‌های عصبی چون تفکیک سلولی[۱]، پیدایش سیناپس‌ها[۲]وچربی سازی دور آکسون‌ها[۳] اثر بگذارد. برای مثال نشان‌داده شده است که شیوه‌ی زندگی مادر و رژیم غذایی مادر بر روی توسعه ی مغز جنین اثرگذار است [۳۶].

مطالعات زیادی همچنین نشان داده‌اند که مصرف تنباکو و اعتیاد به الکل و مواد مخدر در زمان بارداری، می‌تواند سبب ناهنجاری‌های ساختاری دز مغز جنین شود که در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم دیده می‌شود [۳۷] [۳۸] . درمان‌های مزمن چون استفاده از داروهای ضد افسردگی، در زمان بارداری نیز می‌تواند سبب اختلال در روند رشد مغز جنین شده و خطر ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم در جنین را بالا ببرد [۳۹]. فاکتورهای احتمالی دیگری چون، اختلال در دریافت مواد مغذی، بودن در معرض آلودگی هوا، عفونت مادر در زمان بارداری، وضعیت اقتصادی اجتماعی ضعیف و تحصیلات پایین مادر می‌توانند در ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم تاثیرگذار باشند [۳۶]. قابل ذکر است که تنها یک علت مجرد برای اثرگذاری مهمی که باعث ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم شود، کافی نیست. اصولا ترکیبی از چند علل است که سبب بروز اختلالات طیف اوتیسم می‌گردد [۴۰].

---

[۱] Cell Differentiation

[۲] Synaptogenesis

[۳] Axon Myelination

۲-۲-۳-۲ ژنتیک

اختلالات طیف اوتیسم یک اختلال شدیدا ارثی است. معماری ژنتیکی این بیماری عصبی، پیچیده به نظر می‌رسد. تحقیقات در مورد خانواده‌ها و دوقلوها نشان داده که ژنتیک نقش زیادی در طیف اختلالات اوتیسم ایفا می‌کند. اصلی‌ترین سندروم‌هایی که با طیف اختلالات اوتیسم ارتباط دارند، سندروم X شکننده[۱] و سندروم سفت‌شدگی بافت‌های سلول‌های بنیادی[۲] می‌باشند [۴۱]. هردو سندروم مکانیزم‌های پاتوفیزیولوژیکی[۳] دارند که بسیار به مکانیزم‌هایی که در بیماران مبتلا به اوتیسم دیده می‌شود، شباهت دارند. سندروم X شکننده یک اختلال ژنتیکی است که به معنای گسترش ناپایداری از تکرار فراوان دنباله‌ی CGG در ژن FMR1 افراد است [۴۱]. از عوارض این سندروم، ویژگی‌های غیرمعمول صورت و اختلالات شناختی در شدت‌های مختلف هستند. سندروم سفت‌شدگی بافت‌های سلول‌های بنیادی، یک بیماری اتوزومال[۴] غالب است که به دلیل جهش در یکی از ژن‌های TSC1 یا TSC2 رخ می‌دهد [۴۱]. از عوارض این سندروم، صرع، اختلالات در یادگیری و مشکلات رفتاری می‌باشند. ۴۰ درصد از افرادی که به سندروم سفت‌شدگی بافت‌های سلول‌های بنیادی دچار هستند؛ به طیف اختلالات اوتیسم نیز مبتلا می‌باشند [۴۲]. یافته‌های محققان نشان می‌دهد که جهش‌های متعددی در ژن‌ها، ارتباط زیادی با توسعه و پاتوفیزیولوژیک اختلالات شناختی دارد. این یافته‌ها نمایان‌گر نقش فراوان ژنتیک در طیف اختلالات اوتیسم است [۴۳].

۲-۲-۳-۳ تعامل ژنتیک و محیط

این یک موضوع قبول شده‌است که بیشتر بیماری‌ها، نتیجه‌ی تعامل بین ژنتیک یک فرد و محیطی است که آن فرد در معرض آن قرار گرفته بوده است [۴۴]. عوامل ژنتیکی، مستقیما می‌توانند با اثرگذاری

---

[۱] Fragile X Syndrome (FXS)
[۲] Tuberous Sclerosis (TS)
[۳] Pathophysiological
[۴] Autosomal

بر روی ژن‌های حساس، به اصطلاح ژنتیکی، سبب تغییرات اپی‌ژنتیک[۱] گردد. این تغییرات می‌توانند خطر ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم را افزایش دهند. تغییرات اپی‌ژنتیک شامل پروسه‌ی اضافه‌شدن گروه متیلی به مولکول‌های DNA[۲] و تغییرات زیادی که مستقیما بر روی پروتئین‌های هیستون[۳] اثر می‌گذارند، است. تغییرات زودرس در پروسه‌ی اضافه‌شدن گروه متیلی به مولکول‌های DNA، سبب جلوگیری از توسعه‌ی شبکه‌های عصبی کارآمد می‌شود. افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم عموما از تغییرات در پروسه‌ی اضافه‌شدن گروه متیلی به مولکول‌های DNA در ژن‌هایشان، رنج می‌برند که نقش مهمی در پروسه‌های مختلفی از توسعه‌ی مغز، چون پیدایش سیناپس‌ها می‌گذارد. تحقیقات فراوانی در مورد تعامل محیط و ژن‌های مختلف بدن انسان انجام شده است. پس از تجزیه و تحلیل ۲۵۰ بیمار مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، نشان داده شد که در زمان قرار گرفتن در معرض آلودگی هوای بالای ناشی از ترافیک‌های شهری، افرادی که ژن غیرمعمولی نسبت به دیگران دارند، احتمال بیشتری برای ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم دارند [۴۵].

همچنین نشان داده شده است که تعداد دیگری از عوامل محیطی نیز با تاثیر بر روی ژنوم فرد، سبب توسعه‌ی طیف اختلالات اوتیسم می‌گردند. عفونت مادر در زمان بارداری، مراقبت کم مادری، استرس، سوء تغذیه و بودن در معرض سموم از این دست عوامل محیطی می‌باشند [۴۶].

۲-۲-۴ تشخیص طیف اختلالات اوتیسم

در ادامه ابزار تشخیص طیف اختلالات اوتیسم مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

---

[۱] Epigenetic

[۲] DNA Methylation

[۳] Histone Proteins

۲-۲-۴-۱ شرایط و لوازم تشخیص

چند ابزار اندازه‌گیری و رتبه‌بندی برای ارزیابی دقیق‌تر خصایص رفتاری کودکان اوتیستیک، توسعه یافته‌اند. معمول‌ترین این ابزارها، برنامه‌ی مشاهده‌ی تشخیص اوتیسم[۱] و مصاحبه‌ی تجدید نظرشده‌ی تشخیص اوتیسم[۲] می‌باشند [۴۷]. برنامه‌ی مشاهده‌ی تشخیص اوتیسم، یک ابزار مشاهده‌ی تشخیصی استاندارد است که به ارزیابی اختلالات اجتماعی و محاوره‌ای که در ارتباط با طیف اختلالات اوتیسم است، کمک می‌کند. این روش شامل مشاهده‌ی فاعلی است که در حال انجام اعمال تخیلی متفاوتی و فعالیت‌های اجتماعی است. مصاحبه‌ی تجدید نظرشده‌ی تشخیص اوتیسم، شامل مصاحبه‌ای نیمه ساختار یافته با والدین در مورد ناهنجاری‌های موجود در گفتار، فعالیت‌های شناختی، فعالیت‌های اجتماعی و فعالیت‌های رفتاری می باشد. این دو ابزار کاربرد فراوانی دارند چرا که می‌توانند بین طیف اختلالات اوتیسم و دیگر ناهنجاری‌های عصبی، تفاوت قائل شوند.

ابزار دیگری که پزشکان برای مشاهده ی علائم اوتیسم به کار می‌برند، معیار اندازه‌گیری اوتیسم در کودکان[۳] می‌باشد. این ابزار یک معیار اندازه‌گیری رفتاری است. این ابزار، ابزار خوبی برای تمیز دادن بین طیف اختلالات اوتیسم و دیگر ناهنجاری‌های دوران رشد، مثل ناتوانی عقلی می‌باشد.

پیش از این، بازبینی‌هایی بر روی شرایط راهنمای آماری و تشخیصی ناهنجاری‌های ذهنی ۴ انجام شد. مقصود از این کار کم کردن مثبت‌های کاذب[۴] و بالا بردن اطمینان از صحت تشخیص بوده است. در راهنمای آماری و تشخیصی ناهنجاری‌های ذهنی بازبینی‌شده‌ی ۵[۵]، که در سال ۲۰۱۳ میلادی منتشر شد، اختلالات رت و اختلالات تجزیه‌شده‌ی کودکی، از لیست انواع طیف اختلالات اوتیسم حذف شدند. این دو، به عنوان زیرمجموعه‌های سندروم آسپرگر و اختلال فراگیر در رشد و نه غیر از آن، در نظر گرفته

---

۱ Autism Diagnostic Observation Schedule (ADOS)

۲ Autism Diagnostic Interview-Revised(ADI-R)

۳ Childhood Autism Rating Scale(CARS)

۴ False Positive

۵ Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders(DSM-5)

شدند. دلیل این تغییرات، پیدا شدن شواهد فراوانی مبنی بر آن بود که تفاوت خاصی بین سندروم آسپرگر و اختلال فراگیر در رشد و نه غیر از آن، با دیگر انواع طیف اختلالات اوتیسم، دیده نمی‌شود.

همچنین راهنمای آماری و تشخیصی ناهنجاری‌های ذهنی ۵، درجات شدت طیف اختلالات اوتیسم را به طور زیر درجه‌بندی کرده است:

سطح ۱، وقتی که بیمار نیاز به پشتیبانی دارد. سطح ۲، زمانی که بیمار نیاز به پشتیبانی قابل‌توجهی دارد و سطح ۳، زمانی که بیمار نیاز به پشتیبانی بسیار قابل توجهی دارد [۴۸].

۲-۳ تحقیقات انجام‌شده در زمینه‌ی طیف اختلالات اوتیسم

در ادامه چند نمونه از تحقیقاتی که در گذشته در زمینه‌ی طیف اختلالات اوتیسم انجام شده‌اند. مورد بررسی قرار گرفته‌اند. توجه شود که این تحقیقات براساس ترتیب زمانی بررسی شده‌اند.

ن. م. کلینهانس و همکاران به تحقیق عملکرد ارتباطی سیستم لیمبیک[۱] مغز، در زمان شناسایی چهره‌ی کودکان اوتیستیک پرداختند [۴۹]. سیستم لیمبیک، ناحیه‌ای از مغز است که با احساسات، برانگیختگی‌ها و خاطرات تعامل دارد.

آن‌ها از ۱۹ بزرگسال مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم و ۲۱ بزرگسال سالم استفاده کردند. بزرگسالان سالم به عنوان گروه کنترل مورد استفاده قرار گرفتند. بهره‌ی هوشی[۲] گروه اوتیستک با بهره‌ی هوشی گروه کنترل مطابقت می‌کرد. بهره‌ی هوشی کلیه این افراد بالاتر از ۸۰ بود.

این افراد در مطالعات تصویربرداری رزونانس مغناطیسی مرتبط با عملکرد مغز شرکت داده‌شدند.

یک الگوی[۳] بصورت بلوکی طراحی‌شده[۴] استفاده شد. هشت بلوک ۳۶ ثانیه‌ای که هرکدام شامل تصویرهایی از چهره‌ها و یا خانه‌های ناآشنا و خنثی برای آزمایش‌شونده بودند. هر محرک به مدت ۳

---

۱ Limbic System
۲ Intelligence Quotient(IQ)
۳ Paradigm
۴ Block-design

ثانیه نشان داده می‌شد. از آزمایش‌شوندگان درخواست شده بود تا هر زمانی که یک محرک بصورت متوالی تکرار شد، دکمه‌ی خاصی را بفشارند. تنها ۳۰٪ از عکس‌ها، محرک‌های مورد نظر بودند. تصویرهای صورت، تصویرهای سیاه و سفیدی از ۲۴ مرد و زن بزرگسال سفیدپوست بودند. تصاویر خانه، تصاویر خانه‌هایی در سیاتل بودند که یک یا چند جسم خارجی به آن تصویر اضافه شد بود. برای مثال چند اتوموبیل پارک شده به آن‌ها اضافه شده بود.

پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازم روی داده‌ها، برای هر یک از شرکت‌کنندگان، ناحیه‌ی فوزیفرم چهره‌ی[۱] ایشان مشخص شد. این ناحیه، قسمتی از سیستم بینایی انسان است که برای شناسایی چهره کاربرد دارد. ناحیه‌ی فوزیفرم چهره‌ی سمت راست مغز هر شرکت‌کننده برای تحلیل‌های بعدی مورد استفاده قرار گرفت چرا که در ناحیه‌ی سمت راست بیشتر شرکت‌کنندگان، فعالیت بیشتری نسبت به ناحیه‌ی سمت چپ دیده می‌شد.

در هر دو گروه فعالیت قابل توجهی در جایروس[۲] فوزیفرم جانبی برای چهره‌ها و جایروس فوزیفرم میانی برای خانه‌ها دیده شد. در گروه اوتیستیک ارتباط کارآمد بیشتر در آمیگدالای راست و جایروس شقیقه‌ای عقبی میانی راست، و جایروس شقیقه‌ای قدامی میانی راست دیده شد. در گروه کنترل در بیشتر نواحی مغز این ارتباط کارآمد دیده شد.

آزمایشات و تحلیل‌ها نشان داد که فردی که از نظر مهارت‌های اجتماعی ضعیف است، ارتباطات کارآمد کمتری نسبت به دیگران بین ناحیه‌ی فوزیفرم چهره‌ی راست و آمیگدالای چپ دارد. در نهایت به نظر می‌رسد که اختلالات در کارآمدی ارتباطات مغزی ممکن است در ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم تاثیرگذار باشد.

---

۱ Fusiform Face Area(FFA)

۲ Gyrus

همچنین ایشان در همین تحقیق، بصورت جداگانه، تحقیقی در مورد تکنولوژی ردیابی چشم بر روی شرکت‌کنندگان انجام دادند. در این تحقیق تصاویر چهره‌ها و دیگر محرک‌های تصویری استفاده شدند. در این تحقیق ۱۰ شرکت‌کننده‌ی مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم و ۱۴ فرد به عنوان گروه کنترل مورد بررسی قرار گرفتند.

سیستم ردیابی انعکاس مردمک یا قرنیه، مرکز مردمک شرکت‌کننده و انعکاس سطح مردمک را ردیابی می‌کند. سیستم تنظیم اتوماتیک، با استفاده از داده‌های اشاره‌شده، نقطه‌ای که شرکت‌کننده به آن چشم دوخته است را پیدا می‌کند.

شرکت کنندگان بر روی یک صندلی که ۷۵ سانتی‌متر از یک نمایش‌گر فاصله‌دارد می‌نشیند. قطر نمایش‌گر اشاره‌شده، ۲۱ اینچ است. حرکات چشم شرکت‌کننده در طی نگاه به یک تصویر ایستا، ذخیره می‌شود. تصاویری که در این بخش به عنوان محرک استفاده شدند در سه نوع بودند.

۱. چهره‌های آشنا، برای مثال والدین فرد
۲. چهره‌های ناآشنا، تصاویری از چند زن میان‌سال
۳. دوستان جدید، عکسی تکراری و تصادفی از بخش چهره‌های ناآشنا

فقط داده‌های نوع چهره‌های ناآشنا مورد بررسی قرار گرفتند. با این‌حال دلیل این امر ذکر نشده است. از هر نوع، ده مرتبه(و نه لزوما ده چهره‌ی مختلف) و هر مرتبه به مدت ۸ ثانیه برای شرکت‌کننده به نمایش گذاشته شد. از شرکت‌کنندکان خواسته شده بود که به هر صورتی که دلشان می‌خواسته است به چهره‌ها نگاه کنند.

اجزای صورت به چند بخش تقسیم شدند : سر، که شامل مو و گوش بود؛ چشم‌ها؛ دهان، صورت، که شامل بینی و مابقی اجزای صورت بود. تعداد خیره‌شدن به هریک از این اجزا در مرتبه‌های مختلف برای هر شرکت‌کننده به عنوان داده، ذخیره شده بود.

در نهایت ۴ مولفه مورد ارزیابی قرار گرفتند:

۱. طول زمان خیره‌شدن در ناحیه ی چشم‌ها
۲. تعداد مرتبه‌ی خیره‌شدن در ناحیه‌ی چشم‌ها
۳. طول زمان خیره‌شدن در ناحیه ی صورت
۴. تعداد مرتبه‌ی خیره‌شدن در ناحیه‌ی صورت

شرکت‌کنندگان عضو گروه مبتلایان به طیف اختلال اوتیسم، دفعات کمتری به چشم و صورت خیره شده بودند و طی زمان‌کمتری به چشم‌ها خیره مانده بودند. قابل ذکر است که در متن تحقیق گفته نشده‌است که چرا دیگر مولفه‌ها مورد بحث قرار نگرفته‌اند.

در نهایت با توجه به تحلیل و بررسی‌های انجام‌شده، نویسندگان تحقیق به این نتیجه رسیدند که براساس تحقیقات‌شان، ارتباطی بین حرکات چشم و اختلالات در ارتباطات نواحی مغز، وجود ندارد.

سنجو و همکاران، در مورد راستی و درستی این فرضیه که افراد مبتلا به سندروم آسپرگر نمی‌توانند به صورت خودجوش تفکر کنند، تحقیق کردند [۵۰]. بدین منظور، ایشان از تکنولوژی ردیابی چشم استفاده کردند.

اولین ادعای این فرضیه آن است که افراد مبتلا به اوتیسم نمی‌توانند در سناریویی که بر اساس باور غلط یک فرد ثالث است، درست عمل کنند. در این سناریو یک شخصیت که او را "سالی"[۱] می‌نامیم در اتاقی که شرکت‌کنندگان در آن قرار دارند، یک تیله را در یک سبد قرار می‌دهد و اتاق را ترک می‌کند. در این زمان شخصیت دیگری به نام"آن"[۲] وارد اتاق می‌شود و جای تیله را عوض‌کرده و آن‌را در یک جعبه قرار می‌دهد. سالی دوباره وارد اتاق می‌شود. از شرکت‌کنندگان پرسیده می‌شود که به نظر شما سالی برای پیداکردن تیله کجا را خواهد گشت؟ اگر شرکت‌کنندگان بتوانند درک کنند که عملکرد سالی

---

[۱] Sally
[۲] Anne

براساس آن‌چه است که او درست می‌پندارد و نه آن‌چه که در حقیقت درست است؛ به سوال بالا بدین صورت جواب می‌دهند که سالی داخل سبد را جستجو می‌کند و کاری به جعبه نخواهد داشت. در عمل مشاهده شد که بیماران مبتلا به سندروم آسپرگر که توانایی گفتار بهتری دارند می‌توانند در این سناریو موفق باشند. این مسئله فرضیه ی مطرح‌شده را به چالش می‌کشد.

سپس سناریوی دیگری مطرح شد. در این سناریو یک عروسک خیمه‌شب‌بازی یک توپ را در یکی از دوجعبه‌ی موجود در اتاق، مخفی می‌کند. در بالای هر جعبه یک پنجره وجود دارد و در پشت پنجره‌ها انسانی قرار دارد که عملیات انجام شده توسط عروسک را مشاهده می‌کند. اندازه‌ی هر پنجره به گونه‌ای است که فقط یک دست فرد از آن عبور می‌کند. زمانی که فرد نگاهش به سمت دیگری است، عروسک مکان توپ را به داخل جعبه‌ی دوم عوض می‌کند. با استفاده از تکنولوژی ردیابی چشم تعیین می‌شود که شرکت‌کنندگان پیش‌بینی می‌کنند که فرد کدام جعبه را انتخاب می‌کند و دستش را وارد کدام پنجره خواهد کرد.

در آزمایشات از بزرگسالان مبتلا به سندروم آسپرگر به عنوان شرکت‌کننده استفاده شد. همچنین از گروهی از افراد عادی ولی با همان مشخصات سنی و بهره ی هوشی به عنوان گروه کنترل استفاده شد. در سناریوی اول، که بر اساس گفتار بود، هردو گروه موفق عمل‌کردند. اما در سناریوی دوم گروه کنترل عملکرد بسیار بهتری داشتند. گروه مبتلایان به سندروم آسپرگر در اکثر مواقع به سمت اشتباه نگاه می‌کردند.

آرنون و همکاران، به بررسی تاثیر قومیت مادری و مهاجرت در ضریب ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم در کودکی، پرداختند [۵۱].

آن‌ها برای پیش‌برد تحقیق‌شان از کمک ۴۲۸ کودک در دو مرکز مجزا استفاده کردند. این مرکزها در بریتانیا قرار دارند. تحقیقات ایشان در یک بازه‌ی زمانی ۶ ساله انجام گرفت.

تمامی کودکان از نظر قومیت دسته بندی شدند. در این تحقیق، برای تشخیص و تحلیل کودکانی که در آزمایشات شرکت‌کرده بودند؛ از ابزاری چون مصاحبه‌ی تشخیص اوتیسم[۱]، مصاحبه‌ی تشخیص اختلالات اجتماعی و ارتباطی[۲] و برنامه‌ی مشاهده‌ی تشخیص اوتیسم استفاده کردند.

تمام جزئیات قومیت والدین کودکان ذخیره شدند. سه گروه اصلی اروپا، آفریقا و آسیا تشکیل داده شدند. دیگر قومیت‌ها از آمریکا و یا اقیانوسیه به دلیل تعداد کم، در یک گروه به نام دیگرقومیت‌ها قرار گرفتند. از آنجایی که قومیت تعداد کمی از پدرها ذخیره شده بود. تصمیم برآن گرفته شده بود که قومیت مادران برای این تحقیق استفاده شوند.

تحقیق ایشان نشان می‌دهد که مادرانی که بیرون از اروپا به دنیا آمده‌اند، با احتمال بالاتری ممکن است که یک کودک مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم به دنیا آوردند. همچنین نشان داده شد که مادران سیاه‌پوست نسبت به سفیدپوستان از احتمال بالاتری برای تولد یک کودک مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم برخوردارند. البته نهایتا ذکر شد که تاثیر مهاجرت بیش از قومیت بر روی تولد کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم است.

هم‌چنین در متن تحقیق ایشان ذکر شد که نتایج بدست‌آمده‌ی ایشان متفاوت با تحقیقات گزارش‌شده در آمریکا و سازگار با دیگر گزارشات موجود در اروپا و استرالیا است. این نکته، سوالی پدید می‌آورد مبنی براین که نتیجه‌گیری ایشان درست بوده است یا اینکه فقط زاده‌ی شرایط ایشان بوده‌است.

ایشان در نهایت پیشنهاد دادند که در مورد زمان مهاجرت مادران تحقیق بیشتری شود. هم‌چنین پیشنهاد داده شد که در مورد تاثیر مهاجرت بر روی نسل‌های دوم و سوم به بعد نیز تحقیقاتی انجام گردد.

---

۱ Autism Diagnostic Interview(ADI)

۲ Diagnostic Interview for Social and Communication(DISCO)

الصباغ و همکاران به بررسی امکان ارتباط بین حساسیت عصبی حرکت چشم در دوران نوزادی و ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم در سنین بالاتر پرداختند [۱۷].

ایشان یک تحقیق آینده‌نگر انجام دادند. طی این تحقیق، از نوزادانی که سابقه‌ی ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم، در خانواده‌ی ایشان بود و نوزادانی که در خانواده‌ی شان چنین سابقه‌ای نبود، استفاده کردند.

در سنین ۶ تا ۱۰ ماهگی آزمایشی بر روی این نوزادان انجام شد. صورت‌هایی که بصورت مستقیم به چهره‌ی این نوزادان نگاه می‌کردند و صورت‌های دیگری که نسبت به چهره‌ی نوزاد، به سمت دیگری نگاه می‌کردند، به نوزاد نشان داده می‌شدند. پاسخ نوزاد به این تصاویر، به عنوان پتانسیل‌های مربوط به پیش‌آمد[۱] این نوزادان ذخیره شد.

بنابراین یک گروه ۱۰۴ نفره از نوزادان تشکیل دادند. ۵۴ نفر ایشان از خانواده‌هایی بودند که سابقه‌ی ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم داشتندو ۵۰ نوزاد به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شدند. ۲۱ نفر از گروهی که خانواده‌ی شان سابقه داشتند، مذکر بودند و ۳۳ نفر از این‌گروه مونث بودند. ۲۱ نفر از گروه کنترل مذکر و ۲۹ نفر مونث بودند. این کودکان در سنین ۶ تا ۱۰ ماهگی مورد آزمایش قرار گرفتند. سپس در سنین ۲ و ۳ سالگی مورد آزمایش دوباره قرار رفتند. طبق نتیجه گیری ایشان، پتانسیل‌های مربوط به پیش‌آمدی که از پاسخ کودکان به تغییرات در سمت نگاه کردن بود با تشخیص ابتلا به طیف اختلالات اوتیسم در ایشان در ۳ سالگی، مرتبط بودند.

[۱] Event-Related Potentials(ERPs)

۲-۴ بازی‌های جدی

- به مدت ۴۰ سال، لغت بازی جدی، توسط افراد بسیاری استفاده می‌شد. تعریفی که کلارک ابت[۱] برای اولین بار در سال ۱۹۶۸ میلادی از بازی جدی داشت به این صورت است: " دارای یک تفکر و هدف صریح و با دقت آموزشی است و صرفا به منظور جلب توجه و سرگرمی طراحی نشده باشد" [۵۲]. بازی جدی، در اصل یک نرم‌افزار است که معمولا برای سنجش و ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چند تعریف از بازی جدی در دسترس است.

- یک رقابت ذهنی، که ابزار بازی آن، کامپیوتر است و قوانین خاصی را طلب می‌کند. این رقابت از سرگرمی، به منظور دسترسی به تمرین مشترک، آموزش، سلامتی، سیاست عمومی و اهداف ارتباطی استراتژیک[۲] استفاده می‌کند [۵۳].
- یک بازی دیجیتالی[۳] و ابزاری با برنامه و هدف طراحی آموزشی که اهدافی بیش از سرگرمی دارد [۵۴].
- برچسب بازی جدی، به ردیف عریضی از بازی‌های ویدئویی اشاره دارد که برای اهدافی به غیر از سرگرمی تهیه و طراحی شده‌اند. این اهداف شامل موارد ذیل می‌باشد اما به آن‌ها محدود نمی‌شود: بازی‌های کامپیوتری آموزشی، تبلیغات و سرگرمی، بازی‌هایی با اهداف سلامتی و سیاسی. در حقیقت هر بازی ویدئویی می‌تواند با توجه به کاربرد واقعی آن و دریافت کاربر از تجربه‌ی بازی، یک بازی جدی تلقی شود [۵۵].
- این بازی‌ها از تکنولوژی‌های جدید بازی برای اهداف آموزشی و تمرینی استفاده می‌کنند. این بازی‌ها به تحقیق تاثیر آموزشی، درمانی و اجتماعی بازی های دیجیتالی بر روی کاربران می‌پردازند [۵۶].

---

[۱] Clark Abet

[۲] Strategic

[۳] Digital

واژه‌ی "جدی" از نظر واژه شناسی به زمینه‌های آموزش، دفاع، سلامتی، مدیریت، جستجوی علمی، مذهب، مهندسی و سیاست اشاره می‌کند.

۲-۴-۱ طبقه‌بندی بازی‌های جدی

هدف اصلی از طراحی بازی‌های جدی، حل کردن مسئله است. با آن که بازی‌های جدی نیز می‌توانند سرگرم‌کننده باشند؛ هدف اصلی آن‌ها آموزش، تحقیق و تبلیغات است. بازی‌های جدی را می‌توان در چند طبقه دانست.

۱. آموزش-سرگرمی[۱]: ترکیبی از آموزش و سرگرمی.
۲. یادگیری مبتنی بر بازی: هدف اصلی این بازی‌ها متعادل سازی توانایی کاربر نسبت به یک موضوع است. به امید آن که کاربر بتواند از این توانایی کسب‌شده، در دنیای واقعی استفاده نماید.
۳. بازی‌های شبیه‌سازی: به منظور تمرین و کسب دقت در یک مهارت خاص طراحی می‌شوند. هدف آموزش یک رفتار سودمند در شرایط و وضعیت خاص شبیه‌سازی شده است. شبیه‌سازی وسائل نقلیه‌ی مختلف، شبیه‌سازی مدیریت صنایع خاص، شبیه‌سازی کسب و کار جهانی و... از نمونه‌های ایجادشده هستند.
۴. بازی برای سلامتی: به عنوان مثال بازی‌هایی برای درمان روان‌شناسی، بازی‌هایی برای تمرینات شناختی، بازی‌هایی برای توان‌بخشی فیزیکی از این نوع می‌باشند. موضوعات سلامت روانی می‌توانند از بازی‌های جدی کمکم بگیرند تا به نوجوانانی کمک کنند که مراجعه به روان‌پزشک برای ایشان، امکان‌پذیر نمی‌باشد.

---

[۱] Edutainment

۵. بازی همراه با ورزش[۱] : بازی‌هایی که به عنوان نوعی ورزش کاربرد دارند. مفهوم این دسته، شامل روش‌های جدید بازی های ویدئویی است که شرایط لازم برای ورزش‌کردن و ایجاد سلامتی فیزیک را مقدور می‌سازند.

۶. بازی هنری: بازی‌هایی که ایده‌های هنری را از طریق رسانه‌ی بازی، به نمایش می‌گذارند.

۷. بازی بهره‌وری[۲]: بازی‌هایی که بران انجام دادن فعالیت‌هایی در زندگی روزمره‌ی واقعی، امتیازاتی را به عنوان پاداش در نظر می‌گیرند.

۸. گیمیفیکیشن[۳]: استفاده از تکنیک‌ها و مکانیک‌های طراحی بازی، به منظور حل‌کردن مسائل و مشغول‌کردن مخاطبان می‌باشد [۵۷]. گیمیفیکیشن تکنولوژی را جذاب‌تر می‌سازد. این‌کار را با استفاده از تشویق کردن کاربر به انجام عمل و رفتاری خاص، نشان‌دادن مسیر استقلال و سودبردن از پیش‌زمینه‌ی ذهنی کاربران برای مشغول به بازی‌بودن؛ انجام می‌دهد [۵۸]. این تکنیک می‌تواند کاربران را مجبور به انجام اعمالی کند که معمولا خسته‌کننده می‌پنداشتند. برای مثال کامل کردن پرسش‌نامه‌ها، خرید کردن، پرکردن فرم‌های مالیاتی و یا خواندن وب‌سایت‌ها؛ از جمله‌ی این اعمل می‌باشند.

۹. بازی‌های تبلیغاتی[۴]: استفاده از بازی، برای تبلیغات را گویند. این دیدگاه می‌تواند شامل روش‌های زیادی از تبلیغات کردن باشد که در رسانه‌های دیگر، وجود دارند. همچنین بازی‌های ویدئویی تعاملی که همواره کاربر را در معرض تماشای تبلیغات یک محصول یا برند قرار می‌دهند، در این دسته قرار می‌گیرند.

---

[۱] Exergaming

[۲] Productivity Gaming

[۳] Gamification

[۴] Advergames

توجه شود که بازی‌های ویدئویی براساس مکانیک و نحوه‌ی بازی‌کردن[1] دسته بندی می‌شوند. اما بازی‌های جدی براساس هدف‌هایشان طبقه‌بندی می‌گردند.

۲-۴-۲ تحقیقات گذشته در زمینه‌ی بازی‌های جدی

در ادامه چند نمونه از تحقیقاتی که در گذشته در زمینه‌ی بازی‌های جدی انجام شده‌اند. مورد بررسی قرار گرفته‌اند. توجه شود که این تحقیقات براساس ترتیب زمانی بررسی شده‌اند.

سورنسن و همکاران، یک بازی جدی ارائه دادند که هدف آموزش زبان را دنبال می‌کند [۵۴]. در این تحقیق بر روی یک جنبه‌ی تحقیق و طراحی بازی جدی تمرکز شده است. این جنبه، جستجو و توسعه‌ی نمونه‌ی اولیه‌ای از بازی برای یادگیری و آموزش زبان می‌باشد. در این تحقیق به این پرسش که چگونه المان‌های بازی‌محور می‌توانند با کمک نگرش طراحی آموزشی، به یک مفهوم تبدیل شوند؛ پاسخ می‌دهد.

توسعه‌ی یک بازی جدی، یک چالش برای نگرش طراحی آموزشی تلقی می‌شود. تمرین کردن با بازی جدی یک شیوه‌ی جدید در زمینه‌ی طراحی آموزشی می‌باشد. در این زمینه، دو نوع دیدگاه وجود دارند. دیدگاه اول، دیدگاه نظری است که شامل نظریه‌هایی است که آموزش، اهداف، محتوا و شرایطی که برای انتخاب محتوای آموزشی لازم هستند را توجیه می‌کنند. دیدگاه دوم، دیدگاه عملی است که شامل برنامه‌ریزی و سازماندهی آموزش و یادگیری می‌باشد.

کودکان و نوجوانان شرکت‌کننده در تحقیقات ایشان، یک بازی ویدئویی آنلاین را انجام دادند. فعالیت ایشان و همچنین مفاهیمی که ایشان از آن بازی برداشت کردند مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

المغربی و همکاران، دیدگاهی را پیشنهاد دادند که یک چارچوب متحد از اطلاعات سلامتی و بازی‌های جدی پدید می‌آورد [۵۹].

---

[1] Gameplay

کارایی بازی‌ها در دامنه‌ی سلامت با رشد جمعیت دستگاه‌هایی چون تلفن‌همراه هوشمند[۱] و یا تبلت‌ها[۲]، افزایش پیدا کرده است.

المان‌های اطلاعات سلامتی، معمولا شامل موارد زیر هستند:

۱. اطلاعات اولیه ی بیمار: تاریخ تولد، قد، وزن، نژاد، جنسیت، وضعیت سلامتی.
۲. داده‌های تشخیص: برای مثال عکس‌های رادیولوژی[۳]، حس‌گرهای داده از قبیل موج‌نگاری مغز و موج‌نگاری چشم[۴].
۳. روش‌های درمانی پیشنهادشده:برای مثال معالجه با تجویز دارو، کاردرمانی و تن‌درمانی[۵].

ایشان پیشنهاد دادند که بازی‌ها از جنبه‌ی اهداف و نقش‌هایشان در چند گروه ذیل طبقه‌بندی شوند.

۱. روش زندگی سالم: بازی‌هایی که با استفاده از ورزش‌های فیزیکی و یا شمارش کالری و... یک شیوه‌ی سالم زندگی را پیشنهاد می‌دهند.
۲. تشخیص: برخی بازی‌ها بدین منظور طراحی شده‌اند که شرایط یک بیمار را براساس پاسخ آن بیماران به نشانه‌های تصویری و شناختی، تشخیص دهند.
۳. درمان و توان‌بخشی: برخی از طراحان بازی با همکاری برخی پزشکان و مددکاران، بازی‌هایی را طراحی می‌کنند که برای حل برخی شرایط خاص مانند نارساخوانی[۶] و زوال عقل[۷] هدف‌گذاری گردیده‌اند. این بازی‌ها کاربر را به انجام اعمال تشویق می‌کنند که خاصیت درمانی دارند.

---

۱ Smart Phone
۲ Tablet
۳ Radiology
۴ Electrooculography(EOG)
۵ Physiotherapy
۶ Dyslexia
۷ Dementia

۴. سرگرمی: اصلی‌ترین منظور و مقصود از بازی‌سازی می‌باشد. برخی بازی‌ها تنها به این منظور طراحی و پیاده‌سازی شده‌اند. با این‌حال یک دسته‌بندی ارزشمند حساب می‌شود. با این که این دسته از بازی‌ها، هدف مستقیمی برای مبحث سلامتی ندارند؛ تاثیر آن‌ها در ایجاد حس رضایت از خود و تعاملات اجتماعی(بخصوص در بازی‌های چندنفره) سبب ارزشمند شدن این دسته از بازی‌ها می‌باشد.

۵. آموزشی: این دسته را می‌توان فرزند بازی‌های جدی دانست. در این بازی‌ها بجای هدف‌گذاری روی بحث سرگرمی، این یادگیری است که اهمیت دارد. موفقیت در این‌گونه بازی‌ها، وابسته به آن است که کاربر دانشی را فرا بگیرد.

الگوریتم کلی ایشان به این صورت بود که بیمار پس از ثبت‌نام اولیه، تحت آزمایشات رادیولوژی قرار می‌گیرد. سپس تشخیص وضعیت بیماری ایشان انجام می‌شود. اگر سالم تشخیص داده شود یک بازی آموزشی برای بیمار انتخاب می‌شود. اگر تشخیص داده شود که از اختلالات خاصی رنج می‌برد، اگر آن اختلال با بازی‌کردن قابل درمان باشد، بازی مرتبط با آن اختلال برای بیمار انتخاب می‌گردد. در نهایت داده‌های بدست‌آمده از بازی‌کردن بیمار، تحلیل و ارزیابی می‌شوند.

متاسفانه در متن تحقیق ایشان به هیچ‌گونه آزمایش و پیاده‌سازی از سیستم پیشنهادشده، اشاره نشده بود.

الخیاط و همکاران، یک بازی جدی انطباق‌پذیر هوشمند مبتنی بر وب پیشنهاد دادند [۶۰]. این بازی جدی برای کمک به کودکانی که در یادگیری مشکلاتی دارند، طراحی شده بوده است. این کودکان در رده‌ی مهدکودک و نوبت‌های اولیه‌ی ابتدایی می‌باشند. سیستم ایشان، کودکانی با بهره‌ی هوشی معمولی را هدف‌گذاری کرده بودند. این سیستم وابسته به دو آزمایش است. یک آزمایش برای سنجش بهره‌ی هوشی و دیگر آزمایش به منظور تشخیص بیماری کاربر می‌باشد.

مدل معماری ایشان توسط زبان‌های برنامه‌نویسی جاوا[1] و صفحات سِروِر جاوا[2] بر روی بستر وب، پیاده‌سازی شده است. سیستم ایشان در سه لایه است:

۱. لایه‌ی اول، کنترل‌کننده‌ی صفحات سِروِر جاوا است. این لایه به کنترل تعاملات بازی تحت وب و کودک می‌پرازد. این تعاملات شامل ثبت‌نام کودک، سنجش بهره‌ی هوشی، بازی کردن، نمایش دادن امتیازات، نمایش دادن نتایج نهایی تشخیص و پیشنهادات سیستم به کودک می‌باشد.
۲. هسته‌ی سیستم که شامل موتور استنتاج و پایگاه دانش می‌باشد. نتایج بدست‌آمده از تشخیص، برای تعیین ناهنجاری آموزش کودک مورد استفاده قرار می‌گیرد. سپس نسخه‌ی درمانی بازی ارائه می‌گردد.
۳. لایه‌ی دسترسی به داده که در آن اطلاعات و داده‌های مربوط به کودکان و امتیازات بدست‌امده توسط ایشان در پایگاه‌داده ذخیره می‌گردند.

سیستم با آزمایش سنجش بهره‌ی هوشی شروع به کار می‌کند. سوالات در ۵ قسمت طبقه‌بندی شده‌اند. هر یک از این طبقه‌ها با جنبه‌های مختلف ناهنجاری در آموزش، هم‌خوانی دارد. این جنبه‌ها حافظه، توجه، زبان، تفکر و تمرکز فرد بیمار می باشند. برای هر یک از سوالات موجود در هر طبقه یک وزن خاص، در نظر گرفته شده‌است.

برخی از سوالات تاثیر بسیار زیادی دارند. این سوالات مستقیما نشان‌دهنده‌ی آن هستند که کودک از یک ناهنجاری خاص رنج می‌برد.

موتور استنتاج مشخص می‌سازد که کودک باید در هر طبقه چند بار بازی کند. و همین‌طور مشخص می‌سازد که هر کودک چند مرتبه در هفته باید به بازی بپردازد.

---

[1] Java
[2] Java Server Pages(JSP)

آزمایشاتی برای امتحان این سیستم در شهر اسکندریه انجام گرفتند. ولی متاسفانه متخصصان حاضر در اسکندریه نتوانستند که در مقیاس بزرگ به بررسی و آزمایش این سیستم بپردازند. بنابراین این سیستم آزمایش نشده است.

ماسکرونی و همکاران به تحقیق این موضوع که تصورات والدین نسبت به رسانه‌های دیجیتال چه تاثیری بر روی یادگیری دیجیتالی کودکان دارد، پرداختند [۷]. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که والدین نگران خطرها و فرصت‌های احتمالی اینترنت برای کودکان خویش می‌باشند. همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که این نگرانی‌ها و انتظارات والدین با توجه سطح سواد ایشان، اقتصاد اجتماعی ایشان و فرهنگ خانوادگی این افراد، از هم متفاوت است. بنابراین در این تحقیق خانواده‌های با درآمد کمتر و سطح تحصیلات کمتر با خانواده‌هایی با درآمد بیشتر و تحصیلات بهتر مقایسه شده‌اند.

تحقیقات اصلی بر روی آن بود که تا چه حد و چگونه والدین و کودکان مشغول به استفاده از رسانه‌های دیجیتالی هستند. همچنین تاثیری که این رسانه‌ها در زندگی خانواده می‌گذارد را بررسی می‌نمایند. آزمایشات با همکاری ۷۰ خانواده انجام شد. این خانواده‌ها از کشورهای روسیه، بریتانیا، ایتالیا، فنلاند، آلمان، جمهوری چک و بلژیک بودند و از هر کشور ۱۰ خانواده در این تحقیق حضور داشتند. این خانواده‌ها مجموعا ۱۱۹ کودک بین ۰ تا ۸ سال و ۳۸ فرزند ۸ تا ۲۰ سال داشتند. والدین و کودکان به دو گروه تقسیم شدند. در حالی که یک محقق به وسیله‌ی اسباب بازی‌ها یا بازی‌های کارتی که مناسب سن کودکان باشد، با کودکان در مورد رسانه‌های دیجیتالی صحبت می‌کرد، محقق دیگری مصاحبه کوتاهی را با والدین انجام می‌داد. والدین از لحاظ درآمد و تحصیلات گروه‌بندی شدند. خانواده‌های با درآمد کمتر و سطح تحصیلات کمتر و خانواده‌های با درآمد بیشتر و تحصیلات بهتر، در این تحقیق استفاده شدند. چرا که این خانواده‌ها به لحاظ موقعیت اقتصادی اجتماعی، وضعیت خوب و بد را به درستی انعکاس می‌دهند.

نتایج نشان دادند که خانواده‌هایی که از لحاظ موقعیت اقتصادی اجتماعی در سطحی پایین‌تر قرار دارند، از نظر تعداد و تنوع دستگاه‌های دیجیتالی غنی هستند. اما احتمال آن کمتر است که این خانواده‌ها جدیدترین، بهترین و یا پیچیده‌ترین نسخه‌ی این دستگاه‌ها را داشته باشند. همچنین خانواده‌های با درآمد کمتر و سطح تحصیلات کمتر بخصوص والدین مجرد، معمولا علاقه‌ی کمتری به استفاده از دستگاه‌های مشترک با فرزندانشان داشتند. به نظر می‌رسد این افراد این دستگاه‌ها را به عنوان پرستار کودک در نظر می‌گیرند. اعتقادات این گروه از خانواده‌ها نسبت به دستگاه‌های دیجیتال، گمراه‌کننده و مبهم است. برای مثال یکی از این خانواده‌ها که اهل ایتالیا بودند، علاقه‌ی کودکان برای بازی با این دستگاه‌ها نسبت به اسباب‌بازی‌های سنتی را خطرناک ارزیابی می‌کردند؛ به این دلیل که می‌پنداشتند این بازی‌های دیجیتالی و به طورکلی تکنولوژی، به پرورش قوه‌ی تخیل کودک آسیب می‌رسانند. با این حال خود ایشان از مصرف‌کنندگان دستگاه‌های دیجیتالی بودند و این دستگاه‌ها را برای آینده‌ی خود و خانواده و فرزندانشان مفید می‌دانستند. یا خانواده‌ای دیگر از بلژیک، که مادر دو دختر ۵ و ۷ ساله عقیده داشت که رسانه‌های دیجیتالی، "انسان را احمق و تنبل و ضداجتماع بار می‌آورد". از طرفی همین مادر عقیده داشت که فرزندانش باید تکنولوژی را فراگیرند چرا که "دنیا به سرعت در حال ترقی و پیشرفت است و انسان باید خود را با پیشرفت دنیا هماهنگ سازد".

خانواده‌های با درآمد بیشتر و تحصیلات بهتر، عقیده داشتند که استفاده‌ی معقول و کوتاه‌مدت از تکنولوژی و رسانه‌های دیجیتال یک عادت سالم، مانند خواندن یک کتاب است. برای مثال مادر یک پسر شش ساله می‌گوید: " من فکر می‌کنم این موضوع مهمی است که پسر من، بتواند به راحتی از تکنولوژی استفاده کند. تکنولوژی قسمت مهمی از زندگی روزمره‌ی انسان را تشکیل می‌دهد و من فکر می‌کنم که شما نمی‌توانید از تکنولوژی دوری کنید. من فکر نمی‌کنم که اجازه ندادن به کودکان، برای استفاده از تکنولوژی، ایده‌ی خوبی باشد".

با این حال تصورات کلی این گروه از خانواده‌ها نسبت به رسانه‌های دیجیتال نیز تا حدودی مبهم بود. از طرفی این خانواده‌ها، قویا اعتقاد داشتند که رسانه‌های دیجیتال برای روش زندگی فرزندانشان مفید واقع شده است. از طرف دیگر، ایشان از تاثیر منفی روانی که ممکن است این رسانه‌های دیجیتالی بر روی زندگی کودکانشان بگذارد، می‌ترسیدند. بنابراین، مهم‌ترین دیدگاه این خانواده‌ها، اولویت‌بندی فعالیت‌های دیجیتالی برون‌خطی[۱] و محدود کردن فعالیت‌های دیجیتالی برخط[۲] فرزندانشان بوده است.

والدینی که از سطح تحصیلات کمتری برخوردارند، فاصله‌ی نسلی با فرزندانشان دارند به گونه‌ای که فرزندانشان دانش دیجیتالی بیشتری از ایشان دارند. بنابراین این دانش و اعتماد بنفس کم این والدین نسبت به این رسانه‌های دیجیتالی، سبب اعمال محدودیت‌های بیشتر در مورد استفاد از دستگاه‌های دییجتالی بر روی فرزندانشان می‌شود. بنابراین کودکان مجبورند که با آزمون و خطا تکنولوژی را فرا بگیرند. این موضوع سبب می‌شود که یادگیری دیجیتالی این کودکان کاهش یابد. همچنین به دلیل این‌که سیستمی که این فرزندان استفاده می‌کنند به دلیل کمبود اطلاعات والدین از امنیت کافی برخوردار نیست، احتمال آن که این کودکان با محتوای نامناسب یا تبلیغاتی در اینترنت روبرو شوند بیشتر خواهد بود.

از طرف دیگر والدینی که از سطح تحصیلات بالاتری برخوردارند، اعتماد بنفس بیشتری در مورد استفاده از تکنولوژی دارند. این والدین استراتژی دوگانه‌ای به کار می‌برند، سعی می‌کنند که فعالیت‌های عادی بیرون از خانه‌ی فرزند را افزایش دهند و با این حال به فعالیت‌های دیجیتالی کودکان به عنوان یکی از ارزش‌های خانواده می‌نگرند.

گروهی دیگر والدینی هستند که به دلیل شغل خویش که مربوط به تکنولوژی است، تصورات بهتری از تکنولوژی و دنیای اینترنت دارند. این والدین به نتایج مثبت آموزشی که از مشغول بودن کودکان با

---

[۱] Offline

[۲] Online

رسانه‌های دیجیتال بدست می‌آید اطمینان دارند. این والدین نه تنها علاقه‌مند به برنامه‌های آموزشی برای یادگیری فرزندانشان هستند، به بازی‌های کامپیوتری نیز به عنوان یک منبع آموزشی مناسب برای کودکانشان نگاه می‌کنند. بازی‌ها از نظر این گروه از والدین، پله‌ی بزرگی به منظور اجتماعی شدن فرزندانشان در دنیای برخط اینترنت است. در بازی‌ها کودکان می‌توانند مهارت‌های عملی، خلاقانه و مهمی را فرا بگیرند. همچنین می‌توان از تبلت‌ها و برنامه‌ها و کتاب‌ها بصورت مشترک برای کمک به آموزش کودکان استفاده کرد.

نتیجه گیری کلی این تحقیق آن است که با توجه به ریسک‌های احتمالی رسانه‌های دیجیتال بهتر است که خانواده‌ها از ترکیبی مناسب از روش‌های سخت‌گیرانه و آزادانه نسبت به استفاده‌ی فرزندان از دستگاه‌های دیجیتالی استفاده کنند. بدین ترتیب همراه با محافظت از فرزندان، به یادگیری و آموزش این کودکان کمک شایانی می‌شود.

۲-۵ بازی‌های جدی برای کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم

تا کنون بازی‌های جدی که برای کمک به کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم طراحی شده‌اند. در دو دسته بوده‌اند، آموزشی و درمانی. در ادامه این دسته‌ها را بررسی می‌نماییم. توجه شود که تحقیقات موجود در هر دو دسته، براساس ترتیب زمانی بررسی شده‌اند.

۲-۵-۱ بازی جدی به منظور آموزش کودکان اوتیستیک

بازی‌های جدی آموزشی با هدف کمک به معلم در زمان تدریس و دانش‌آموز در زمان یادگیری، طراحی می‌شوند.

باراکوآ و همکاران یک پروسه ی طراحی، نتایج و آزمایشات اولیه‌ی یک اسباب‌بازی تعاملی را پیشنهاد دادند [۶۱]. این اسباب‌بازی برای تمرینات رفتاری کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم کاربرد دارد و رفتار به وجود آمده را توصیف می‌کند. همچنین به عنوان یک اسباب‌بازی برای همه‌ی کودکان، جذاب

می‌باشد. محققان این تحقیق، علاقه‌ی این کودکان به الگوهای تکراری را ذکر کردند و سفارش به تحریک مهارت‌های اجتماعی، جستجوگرانه و انگیزشی این کودکان، کردند. بدین منظور، این محققان یک اسباب‌بازی را توسعه دادند که شامل تعداد تعریف‌نشده‌ای از مکعب‌ها است. این مکعب‌ها با ارتباط برقرارکردن با یکدیگر و تغییر رنگ‌دادن با توجه به آن‌که کاربر چطور آن‌ها را قرار داده است، رفتار به‌وجودآمده را توصیف می‌کنند. نتایج آزمایشات نشان دادند که افزایش زمان مشغول بودن کاربران به این اسباب‌بازی، در مقایسه با روند عادی بازی آن‌ها سبب رفتار جستجوگرانه شد. همچنین نتایج مثبتی مبنی بر تعاملات نوبتی حاصل شد.

سامانتا و همکاران از انسان‌های مجازی برای آموزش شناسایی عواطف و مفاهیم برنامه‌نویسی به این کودکان استفاده کردند [۶۲]. سیستم ایشان یه گونه‌ای طراحی شده بود تا به کاربران مورد نظر چگونگی تشخیص حالات چهره را یاد دهند. همچنین این سیستم چگونگی کار با یک کاراکتر مجازی را به وسیله‌ی یک رابط‌کاربری برنامه‌نویسی مبتنی بر کشاندن و رهاکردن[۱]، به کاربران فرا می‌داد. با ساختن یک بازی که عواطف را به متن تبدیل می‌کند، امید ایشان آن بوده است که یادگیری عواطف در یک متن فرهنگی و همچنین مفهوم برنامه‌نویسی کامپیوتری در این کودکان پرورانده شود.

بازی در سه مرحله انجام شده بود که هرکدام از این مراحل بصورت جداگانه آزمایش شده‌اند. یک بخش معرفی که قابل بازی کردن بود و بر روی مهارت‌های اجتماعی و تشخیص عواطف تمرکز کرده بود. یک رابط‌کاربری تعاملی که بر روی برنامه‌نویسی تمرکز داشته بود و بخش سوم خود بازی نهایی بود که دو بخش قبل را در هم مخلوط کرده بود.

کانکایا و همکاران، پروژه‌ای را پیشنهاد کردند که به تحقیق ارتباط کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم و بازی کامپیوتری می‌پردازد [۲۰]. همچنین ایشان به بررسی آن پرداختند که چگونه بازی‌های

[۱] Drag and Drop

کامپیوتری می‌توانند در جهت اهداف آموزشی به این کودکان سودمند باشند و آن‌که این بازی‌ها باید چه ویژگی‌هایی داشته باشند تا بتوانند این کودکان را به درستی آموزش دهند.

یکی از مهم‌ترین اهداف از آموزش کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، ظهور استقلال فردی در ایشان می‌باشد.

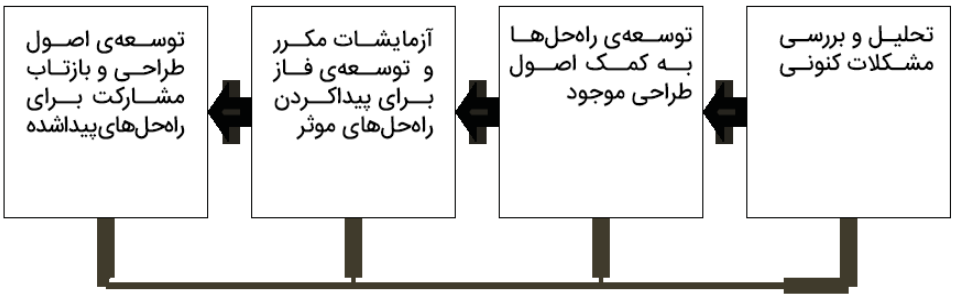
هدف این پروژه، تعیین استانداردها و ویژگی‌های لازم یک بازی کامپیوتری آموزشی برای کودکان اوتیستیک، توسعه‌ی بازی‌های کامپوتری آموزشی بر طبق آن استانداردها و بررسی و تعیین میزان تاثیر این بازی‌های آموزشی است. این تحقیق چند سوال مطرح می‌کند و سپس سعی بر پاسخ دادن به آن سوال‌ها کردند.

- کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، چگونه با بازی‌های کامپیوتری ارتباط برقرار می‌کنند؟
- میزان موفقیت این کودکان نسبت به سختی مراحل مختلف بازی‌های کامپیوتری چگونه است؟
- میزان موفقیت این کودکان نسبت به انواع مختلف بازی‌های کامپیوتری چگونه است؟
- بازی‌های کامپیوتری آموزشی چه استانداردهایی باید داشته باشند؟
- تاثیر بازی‌های کامپیوتری توسعه‌یافته بر روی میزان موفقیت این کودکان در بازی‌های کامپیوتری چه تاثیری دارد؟

تحقیق ایشان در دو مرحله، توسعه‌ی بازی‌های کامپیوتری آموزشی و بررسی تاثیر این بازی‌ها طراحی شده بود. ایشان از نظر روش‌شناسی از تحقیق مبتنی بر طراحی[1] استفاده‌کردند. این روش، یک روش تحقیق است که در طراحی برنامه‌های جدید از جمله طراحی یک بازی کامپیوتری آموزشی کاربرد دارد.

[1] Design Based Research

در تحقیق مبتنی بر طراحی، ساختار طراحی براساس آزمایشات، ارزیابی‌ها و بازنگری‌های مکرر است. شکل ۲-۱ نشان‌دهنده‌ی حلقه‌ی ساختار تحقیق مبتنی بر طراحی است.



شکل۲-۱حلقه‌ی ساختار تحقیق مبتنی بر طراحی

در پروسه‌ی طراحی و توسعه‌ی محیط‌ها و قضیه‌های یادگیری، تحقیق مبتنی بر طراحی حلقه‌ای شامل طراحی، تصمیم‌گیری، تجزیه و تحلیل و بازنگری دارد.

در مرحله‌ی اول از تحقیق، شرکت‌کنندگان با نمونه‌گیری براساس شرایط[۱] انتخاب شدند. این روش یکی از روش‌های نمونه‌گیری هدفمند است. حداکثر ۵ فرد که دارای شرایط زیر هستند انتخاب گشتند:

- کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسمی که ۱۲ تا ۱۵ سال داشته باشند.
- کودکانی که از مشکلات فیزیکی به‌طوری که مانع انجام آزمایشات شود؛ رنج نبرند.
- در مورد موضوعات آموزشی بازی، از پیش اطلاعات نداشته باشند.
- بتوانند در سطح مقدماتی از کامپیوتر و تکنولوژی استفاده نمایند.

میزان موفقیت این ۵ کودک، در انواع مختلفی از بازی‌های آموزشی و سطوح مختلفی از سختی بررسی و ذخیره گردید. بر اساس اطلاعات بدست‌آمده اصولی برای طراحی بازی‌های آموزشی درنظر گرفته شد. یک بازی آموزشی جدید بر اساس این اصول طراحی کردند. کودکان دوباره این بازی را امتحان کردند و بازنگری‌های لازم براساس پاسخ کودکان به بازی، انجام شد.

[۱] Criterion Sampling

در مرحله‌ی دوم تحقیق از بین خانواده‌های داوطلب، با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی حداکثر ۱۰۰ شرکت‌کننده انتخاب شدند. نمونه‌گیری تصادفی یکی از روش‌های نمونه‌گیری احتمالاتی است. همچنین ۱۰ نفر از بین این ۱۰۰ نفر بوسیله‌ی نمونه‌گیری با حداکثر پراکندگی[۱]، به منظور انجام مصاحبه انتخاب شدند. نمونه‌گیری حداکثر پراکندگی از نمونه‌گیری‌های هدفمند به شمار می‌رود. این نمونه‌گیری بصورتی می‌باشد که نمونه‌ها تا جای ممکن از هم متفاوت باشند. برای انتخاب این ده نفر، اسامی تمامی افراد براساس میزان موفقیت‌شان در بازی کامپیوتری مرتب گشتند. پس از آن سه نفر از بالای لیست، ۳ نفر از پایین لیست و ۴ نفر از میان لیست انتخاب شدند. سپس مصاحبه‌هایی نیمه ساختاریافته با این ۱۰ شرکت‌کننده و خانواده‌هایشان انجام شد. این مصاحبه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند تا تاثیر این بازی‌ها با توجه به اطلاعات به دست‌آمده تعیین گردد.

لوزانو و همکاران، برنامه‌ای برای آموزش تشخیص عواطف و مهارت‌های اجتماعی به دانش‌آموزان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم پیشنهاد دادند [۱۲]. ۹ شرکت‌کننده‌ی مونث و مذکر در این تحقیق، بین ۸ تا ۱۸ سال داشتند، اما سن عقلی[۲] ایشان بین ۵ تا ۷ سال بود. در طی پروژه، از گروه شرکت‌کنندگان آزمایشاتی گرفته شد تا مهارت‌های اجتماعی و مهارت‌های تشخیص عواطف ایشان ارزیابی و تجزیه و تحلیل گردند. قبل از آن‌که پروسه‌ی آموزش شروع شود، سطح مهارت‌های ابراز و تشخیص عواطف و مهارت‌های اجتماعی ایشان اندازه‌گیری اولیه شد. سپس جلسات آموزشی شامل دوجلسه‌ی ۴۵دقیقه‌ای در هفته و به مدت ۲۰هفته و در دو سال تحصیلی برگزار شد. پس از این دو سال، سطح مهارت‌های ابراز و تشخیص عواطف و مهارت‌های اجتماعی ایشان دوباره اندازه‌گیری گشتند.

شرکت‌کنندگان با توجه به شرایط ذیل انتخاب شده‌بودند:

- دانش‌آموزان مقاطع ابتدایی یا راهنمایی.

---

[۱] Maximum Variation

[۲] Mental Age

- سن عقلی بیشتر از ۴ سال.

نتایج ایشان، تصدیق کرد که استفاده از تکنولوژی برای کمک به مهارت‌های اجتماعی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، سودمند است. شرکت‌کنندگان، علی‌رغم تفاوت‌هایی که باهم داشتند در طول پروسه‌ی پروژه، با موفقیت در تشخیص و ابراز عواطف پیشرفت کردند.

ارشیا و همکاران یک بازی کامپیوتری شخصی‌سازی‌شده را پیشنهاد کردند [۶۳]. این بازی براساس مفهوم داستان‌سرایی دیجیتالی بود. این بازی به کودکان مبتلا به اختلالات اوتیسم ۹ تا ۱۴ ساله کمک می‌کرد تا مفهوم استفاده از پول را فرا بگیرند. همچنین این بازی به این کودکان، آداب اجتماعی خریدکردن را یاد می‌داد.

انوار و همکاران یک بازی تعاملی کامپیوتری برای کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم توسعه دادند [۶۴]. این بازی به منظور افزایش کیفیت بیان و سخن‌گفتن این کودکان طراحی شد. در این بازی، کودکان باید در یک مدت کوتاه زمانی، اسامی اشکالی که بر روی صفحه‌ی کامپیوتر ظاهر می‌شوند را نام ببرند.

فروتوس و همکاران، سیستمی را پیشنهاد دادند که راه‌حلی برای آموزش و توسعه‌ی زبان مادری در کودکان و نوجوانان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم عرضه می‌کند [۶۵]. این سیستم از یک بازی ساده استفاده می‌نماید.این بازی با توجه به شخصیت و ویژگی‌های افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، طراحی شده است. این سیستم از دو برنامه‌ی مجزا، یک برنامه‌ی مدیریتی و یک بازی فیزیکی تشکیل شده است.

زلای و همکاران، با استفاده از دستگاه‌های تلفن همراه، یک بازی برای کمک به آموزش کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم معرفی کردند [۶۶]. هدف اصلی این سیستم، ساخت مجموعه‌ای از بازی‌های جدی است که به منظور آموزش طراحی شده‌اند. در این تحقیق، نه تنها نتایج فنی تجزیه و تحلیل شدند بلکه نظرات کاربران و متخصصانی که در آزمایشات اولیه برای اعتبارسنجی، همکاری کردند نیز

مورد بررسی قرار گرفت. ایشان ذکر کردند که تعدادی از افراد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، به طور قابل قبولی امکان کار با تکنولوژی و کامپیوتر را دارند. بنابراین این تحقیق می‌تواند برای این افراد بسیار مناسب و سودمند باشد.

در متن تحقیق ایشان ذکر شده است که بر طبق مطالعات بنیاد یادگیری علوم رفتاری، بهره‌ی کاربر از بازی‌های جدی به صورت زیر است:

- مقدار یادگیری از هر زمینه:
  - ۵ درصد از آن‌چه که می‌شنود.
  - ۲۰ درصد از آن‌چه می بیند.
  - ۸۰ درصد از آن‌چه انجام می‌دهد.
- توانایی آن را پیدا می‌کند که شرایط واقعی را شبیه‌سازی کند.
- شناخت المان‌های بازی در دنیای واقعی

اهداف ثانویه‌ی این تحقیق شامل موارد زیر می‌شد:

- توسعه‌ی یک بازی جدی که با روشی شادی‌آور، اجراکردن کمک‌های اولیه را به ایشان فرا دهد.
- شناسایی و ارزیابی چند شی متغیر، برای مثال حرکاتی که توسط کاربر انجام می‌شوند و میزان موفقیت کاربر.
- طراحی یک رابط کاربری که مناسب نیازهای جمعیت مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم باشد. به خصوص استفاده از تکنولوژی‌های لمسی، مثل گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها.
- فرصت برابر برای دسترسی و مشارکت مردم اوتیستیک در جامعه‌ی اطلاعات.

ایشان از سیستم‌عامل اندروید[1] استفاده کردند. همچنین ایشان از یک طراحی سه لایه استفاده کردند. برای انجام آزمایشات، ۱۰ کودک و بزرگسال مونث و مذکر انتخاب شدند. پس از انجام بازی‌های جدی از ایشان سوالاتی پرسیده شد و شرکت‌کنندگان، به این نظرسنجی پاسخ دادند.

۷۰ درصد ایشان کار با صفحات لمسی را به کار با صفحه‌کلید کامپیوتر، ترجیح می‌دادند. ۶۰ درصد ایشان، طرفدار آن بودند که بجای استفاده از گوشی‌های هوشمند از تبلت‌هایی با صفحات بزرگ استفاده کنند. ۲۰ درصد از ایشان علاقه‌ای به استفاده از تبلت یا گوشی هوشمند و به طور کلی بازی‌کردن نداشتند.

۲-۵-۲ بازی جدی به منظور درمان کودکان اوتیستیک

باتوچی و همکاران ارزیابی اولیه‌ای از یک بازی معمایی مشارکتی را ارائه دادند [۶۷]. یک بازی تعاملی با هدف ساختن یک فعالیت تکنولوژیکی برای پروراندن حس مشارکت در کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم طراحی کردند. نتایج نشان داد که شکل دادن تعامل به‌وسیله‌ی یک مجموعه از قانون‌ها، سبب پیچیدگی بیشتر در رابط کاربری می‌شود؛ اما تاثیرات مثبتی بر روی حس مشارکت این کودکان نیز می‌گذارد.

هوکه و همکاران یک تعامل پیشرو به منظور سفارشی‌کردن بازی‌های کمک‌کننده به قابل فهم شدن گفتار کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، پیشنهاد دادند [۶۸]. ایشان به صورت محاسباتی، زمینه‌های مشکل‌زا در گفتار هر کاربر را تعیین کردند. ایشان یک رابط کاربری شخصی‌سازی شده و تعاملی را تهیه کردند. این رابط کاربری به کاربران اجازه می‌دهد که به صورت معناداری جنبه‌های دور از دسترس گفتار خود را دست‌کاری کنند. در مدت ۱۲ ماه ایشان چند آزمایش انجام دادند. همچنین

[1] Android

یک سری الگوریتم پردازش گفتار و یک بازی جدی توسعه دادند. نتایج مقدماتی ایشان مثبت ارزیابی شد و نشان‌دهنده‌ی آن بود که این تعاملات برای این کودکان موثر می‌باشد.

رحمان و همکاران یک بازی تعاملی کامپیوتری طراحی کردند [۶۹]. این بازی در جهت کمک به قابل فهم شدن گفتار کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم پیاده‌سازی شده بود. این بازی می‌توانست به عنوان یک روش درمانی در کنار روش‌های سنتی، مورد استفاده قرار گیرد. تحقیق ایشان، سودمند بودن این روش درمانی را نتیجه‌گیری می‌نماید.

چوی و همکاران، سیستم درمانی تعاملی برای کمک به کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم ارائه دادند [۷۰]. این تحقیق پتانسیل طراحی تعاملی را برای کمک به این کودکان، به بحث می‌گذارد. کلید رسیدن به این اهداف در روش‌هایی چون طراحی مشارکتی و نمونه سازی سریع تعاملی، سنجش ابتکاری[۱]، تکنولوژی واقعیت مجازی[۲]و رابط کاربری محسوس است. ایشان این روش‌ها را در سیستم درمانی تکاملی عرضه کردند. سودمندی این روش در آزمایشات کلینیکی به اثبات رسید.

وانگ و همکاران یک بازی جدی مبتنی بر موج‌نگاری مغز برای برنامه‌های پزشکی ارائه دادند [۷۱]. در این تحقیق، یک بررسی روی موضوعات طراحی و الگوریتم‌های بازی‌های بازخورد عصبی[۳]، طراحی هدف، الگوریتم و پیاده‌سازی بازی‌های جدید دوبعدی و سه‌بعدی مبتنی بر موج‌نگاری مغز انجام شد. در این تحقیق الگوریتم‌های تعبیه‌شده در بازی‌های بازخورد عصبی بررسی شدند. روش ابعاد فراکتالی[۴] در بازی‌های بازخورد عصبی تعبیه‌شده بودند تا عمل‌کرد الگوریتم‌های طبقه‌بندی را بهبود ببخشند.

کیم و همکاران، سیستمی را پیشنهاد دادند که از روبات‌ها برای بهبود رفتار اجتماعی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم استفاده می‌کند [۹].

---

۱ Heuristic

۲ Virtual Reality

۳ Neurofeedback

۴ Fractal Dimension

در این تحقیق، رفتار اجتماعی ۲۴ کودک ۴ تا ۱۲ ساله‌ی مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم را مورد آزمایش قرار دادند. در این تحقیق سیستم، از یک فرد متخصص بزرگسال و یک مشارکت‌کننده‌ی تعاملی تشکیل می‌شده است. این مشارکت‌کننده‌ی تعاملی میتوانسته است که یک انسان یا یک بازی کامپیوتری لمسی و یا یک روبات به شکل دایناسور، باشد. در متن مقاله ذکر شده بود که این تحقیق، بزرگترین تحقیق در زمینه‌ی تعامل کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم و روبات‌ها تا آن زمان بوده است.

روبات پلئو[۱]، در این تحقیق استفاده شده بود. دلیل این امر آن بود که تحقیقات پیشین نشان داده بودند که بزرگسالان سالم و کودکان اوتیستیک هردو تمایل بیشتری به ارتباط با این نوع روبات داشته‌اند. طول این روبات تقریبا ۵۳ سانتی‌متر، عرض آن ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاعش ۲۰ سانتی‌متر بوده است. این روبات توسط فرد بزرگسال کنترل می‌شده است. طبق متن تحقیق، جالب توجه‌است که اکثر شرکت‌کنندگان متوجه آن نشدند که روبات توسط فرد بزرگسال کنترل می‌شود و روبات را به عنوان یک موجود حقیقی قبول کرده بودند.

بازی کامپیوتری متشکل از معماهای ساده‌ای بود که کودک باید با استفاده از انگشتان دست خود، عناصر بازی را حرکت داده و معما را حل می‌کرد. فرد متخصص نباید دخالتی انجام می‌داد و باید کودک را با توانایی‌هایش تنها می‌گذاشت. البته اگر خود کودک از فرد متخصص سوالی می‌پرسید، فرد متخصص باید با ایما و اشاره یا حرف‌زدن به وی کمک می‌کرد.

به‌طور کلی کودکان زمانی که مشارکت‌کننده یک روبات بود، نسبت به زمانی که مشارکت‌کننده، بازی کامپیوتری و یا انسان بود؛ با فرد متخصص بیشتر و راحت‌تر صحبت می‌کردند. کودکان هم با انسان مشارکت‌کننده و هم با روبات به یک اندازه صحبت می کردند.

---

[۱] Pleo

نتایج ایشان نشان‌دهنده‌ی آن بود که روبات‌های اجتماعی می‌توانند ابزار مناسبی برای اهداف درمانی برای کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم باشند.

بارتولومه و همکاران، یک بازی جدی برای کمک به بهبود کودکان مبتلا به طیف اوتیسم، پیشنهاد دادند [۷۲]. تیم پروژه‌ی ایشان شامل یک روان‌شناس، دو محقق و سه مهندس می‌باشد.

ایشان از تکنولوژی ردیابی چشم برای اندازه‌گیری داده‌های مورد نیاز بازی جدی پیشنهادی‌شان استفاده کردند.

از کودکان ۵ تا ۸ ساله برای آزمایشات لازم استفاده شده بود. از دو گروه کنترل و گروه کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم استفاده شد. در طی بازی، یک فرد خبره با کاربر در حال تعامل است و گاها این فرد خبره برای گیم‌پلی[۱] بازی ضروری است.

بازی ایشان شامل سه مرحله و یک مرحله ی اضافی ابتدایی بود. در مرحله‌ی ابتدایی کاربر با محیط بازی آشنا می‌شود. این مرحله دو دقیقه به طول می‌انجامد.در این مرحله فرد خبره هیچ‌گونه تعاملی با کاربر ندارد. در سه مرحله‌ی بعد کاربر باید با فرد خبره تعامل داشته باشد. در مرحله‌ی اول، کاربر باید از بین چند شکل هندسی ساده، شکل درخواست‌شده را انتخاب کند. در مراحل دوم و نهایی کاربر باید از بین چند شکلات وشیرینی موجود، شکل درخواست‌شده را انتخاب نماید.

حضور ثابت یک فرد خبره ممکن است که برای راحتی کاربر مفید باشد ولی همچنین ممکن است که تاثیر آموزش بازی بر روی کاربر را کاهش دهد.

بازی جدی پیشنهادشده بسیار ساده است و نمی‌تواند یک شبیه‌ساز خوب از زندگی واقعی برای کودک مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم باشد.

---

[۱] Gameplay

ایشان از تکنولوژی ردیابی چشم استفاده کردند. این تکنولوژی بسیار گران قیمت می‌باشد و در هر شرایطی و برای هر فردی قابل استفاده نیست.

بکل و همکاران، اشاره کردند که قوی‌ترین اکتشاف برای بهبود بیماران، از مداخلات متمرکز رفتاری پدید می‌آیند [۱۰].

هدف ایشان توسعه‌ی یک معماری روباتیک انطباق‌گرا و شخصی‌سازی‌شده بود.در حالی که معماری‌های روباتیک حاضر در آن زمان، به خوبی نمی‌توانستند خود را با کاربر تطبیق دهند. این معماری اجازه‌ی تمرین گرایش‌های اجتماعی از قبیل توجه مشترک[۱] را به کاربر می‌دهد.

در ابتدا ایشان یک معماری مداخله‌گر ایزوله‌شده‌ی روباتیک را طراحی کردند. در این معماری یک روبات انسان‌نما با همکاری شبکه‌ای از دوربین‌ها و نمایش‌گرها[۲]، وجود دارند. این سیستم به علاوه‌ی کاربر در یک محیط ایزوله و کاملا بسته قرار دارند.

روبات انسان‌نمای مورد استفاده در این تحقیق "نا اُ"[۳] نام داشت. "نا اُ" روباتی در سایز یک کودک است. قد این روبات ۵۸ سانتی‌مترو وزن تقریبی ۴,۳ کیلوگرم است. جنس بدنه‌ی آن از پلاستیک است و ۲۵ درجه‌ی آزادی[۴] دارد. معماری "نا اُ" براساس یک معماری برنامه‌نویسی به نام "نا اُ کی"[۵] می‌باشد. این معماری، یک پروسه‌ی بروکر است که برای اشتراک اشیا کاربرد دارد.

برای به نمایش‌گذاشتن توجه مشترک، روبات انسان‌نما از چند حرکت استفاده می‌کند. به عنوان مثال می‌توان از اشاره کردن به یک هدف به وسیله‌ی نگاه یا دست، دستورات زبانی و یا تکان‌دادن سر نام برد.

---

۱ Joint Attention
۲ Monitors
۳ NAO
۴ Degree Of Freedom(DOF)
۵ NAOqi

روبات ممکن است که از عکس‌ها و یا ویدئوهای مورد علاقه‌ی کاربر، و یا امکانات صوتی و یا تصویری استفاده نماید.

با استفاده از شبکه‌ی دوربین‌ها که بر روی دیوارها تعبیه شده‌اند، مسیر نگاه کاربر تقریب زده می‌شود. همچنین ایشان در متن تحقیق اشاره کردند که معمولا در سیستم‌های مشابه از تکنولوژی ردیابی چشم[۱] استفاده می‌شود ولی این تکنولوژی بسیار گران‌قیمت می‌باشد. همچنین فقط به حرکات بزرگ سر، حساس هستند. همچنین این تکنولوژی برای شروع به کار نیاز به تنظیمات چندباره برای هر یک از کاربران دارد.

در این سیستم یک کنترل‌کننده‌ی نظارت‌گر موجود است که داده‌ها را جمع‌آوری و اندازه‌گیری می‌نماید. همچنین این کنترل‌کننده از طریق ماژول پروسه‌ی تماس از راه‌دور[۲] با روبات درحال تعامل می‌باشد. این ماژول در روبات با استفاده از معماری سوپ[۳] پیاده‌سازی شده است.

بنابراین روبات با کمک کنترل کننده، از هرگونه تغییر رفتار در کاربر، با خبر می‌شود. سپس روبات با توجه به تغییر رفتار کاربر، حرکت جدیدی را انتخاب و اجرا می‌نماید.

ایشان یک تحقیق برای بررسی کاربرد سیستمی که به تازگی طراحی کرده‌بودند، انجام دادند. در این تحقیق ایشان کیفیت سیستم پیشنهادی خویش را با یک روان‌پزشک انسان مقایسه کردند. این سیستم از جهت امکان‌پذیری، دقت و کیفیت اجرا ارزیابی شد. بدین منظور از ۶ کودک اوتیستیک و ۶ کودک سالم به عنوان گروه کنترل استفاده شد. تمامی کودکان حاضر در این تحقیق در بازه‌ی سنی ۲ تا ۵ سال بودند.

---

۱ Eye Tracker

۲ Remote Procedural Call (RPC)

۳ Simple Object Access Protocol (SOAP)

نتایج تحقیق ایشان نشان داد که کودکان هردو گروه، زمان بیش‌تری را صرف نگاه‌کردن به روبات نسبت به روان‌پزشک کرده‌اند. کودکان عضو گروه اوتیستیک ۵۲,۷۶٪ از زمان جلسه‌ی روبات را صرف نگاه‌کردن به وی کردند. در حالی که همین کودکان تنها ۲۵,۱۱٪ زمان جلسه‌ی روان‌پزشک را صرف نگاه کردن به وی کردند. بنابراین کودکان عضو گروه اوتیستیک ۲۷,۶۵٪ طولانی‌تر به روبات نسبت به روان‌پزشک خیره شده بودند.

کودکان عضو گروه کنترل ۵۴,۲۷٪ از زمان جلسه‌ی روبات را صرف نگاه‌کردن به وی کردند. همین کودکان ۳۳,۶۴٪ زمان جلسه‌ی روان‌پزشک را صرف نگاه کردن به وی کردند. بنابراین کودکان عضو گروه کنترل ۲۰,۶۳٪ طولانی‌تر به روبات، نسبت به روان‌پزشک خیره شده بودند.

کودکان گروه اوتیستیک در ۹۵,۸۳٪ مواقع توانستند به سوالات روبات جواب صحیح دهند. کودکان گروه کنترل در ۹۷,۹۲٪ مواقع توانستند به سوالات روبات جواب صحیح دهند. کودکان هردوگروه در ۱۰۰٪ مواقع به سوالات روان‌پزشک پاسخ صحیح دادند.

این مسئله بیان‌گر کاربردی بودن تکنیک ایشان است. چرا که با مقایسه آمار بالا به این نتیجه می‌رسیم که کودکان تقریبا به روبات نیز مانند روان‌پزشک پاسخ مناسب را دادند.

لی و همکاران سیستمی پیشنهاد دادند که براساس آن کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، یک بازی جدی انجام می‌دهند [۷۳]. در سیستم ایشان، در همان زمانی که بیماران به بازی مشغول هستند؛ عکس‌العمل‌های بیماران توسط دوربین کینکت مایکروسافت[۱] ذخیره می‌شده است. سپس با استفاده از این عکس‌العمل‌ها، عواطف این بیماران تجریه و تحلیل می‌شده است.

ایشان از کینکت مایکروسافت استفاده کردند، به همین دلیل، بازی جدی طراحی‌شده توسط ایشان مزاحمتی برای کودکان در پی نداشت. زیرا این تکنولوژی بدون استفاده از دست و ابزاری چون

[۱] Microsoft Kinect

صفحه‌کلید یا دسته‌ی بازی و بدون نیاز به هرگونه لمس از جانب کودک، عمل می‌کند. این واقعیت که سیستم ایشان بدون استفاده از دست یا ابزار خاصی بوده است و مزاحمتی برای کودکان ایجاد نکرده‌است؛ برای تعامل با کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم بسیار کاربردی و سودمند می‌باشد. چرا که این امر سبب آسان‌شدن بازی‌کردن برای این کودکان می‌گردد.

دوربین کینکت مایکروسافت، عکس‌العمل‌های چهره‌ی کودک را ذخیره می‌کرد. به منظور دریافت اطلاعات از تعاملات کودک، یک شناساگر صدا درنظر گرفته شده بود. همچنین یک تحلیل‌کننده‌ی عواطف صوتی و یک تحلیل‌کننده‌ی عواطف نوشتاری، تعبیه شده بودند. این دیدگاه چندوجهی می‌تواند دقت دریافت اطلاعات را به میزان قابل توجهی بالا ببرد. این موضوع سبب می‌شود که بازی پویاتر شود. ایشان از مفاهیم تلفیق داده‌ها[1] برای یکپارچه کردن اطلاعاتشان استفاده کردند.

ابتدا ویژگی‌های چهره‌ی کودک را استخراج کردند. سپس ویژگی‌های صورت ایشان تجزیه و تحلیل شد. از جمله‌ی این ویژگی‌ها می‌توان از ابروها، چشم‌ها، بینی و دهان نام برد. با کمک این مقدار از اطلاعات، ایشان در نهایت توانستند که سطح عواطف هر کاربر را مشخص سازند. یعنی شاد، ناراحت، عصبانی یا هیجان‌زده بودن کودک را مشخص کردند. با استخراج حالت روحی و عاطفی کاربر، سیستم در بازی تغییراتی در جهت انطباق با توانایی‌های کاربر، اعمال می‌نماید. برای مثال اگر کاربر هیجان‌زده باشد، موسیقی آرام‌تری پخش می‌شود و چالش‌های بازی کم‌تر می‌گردند. اگر کاربر، خوشحال باشد، موزیک شادی پخش می‌شود و چالش‌های بازی افزایش می‌یابند. اگر کاربر ناراحت باشد، موسیقی آرامی پخش شود و چالش‌های بازی بیشتر گردند. اگر کاربر عصبانی باشد، موسیقی تسکین‌دهنده‌ای پخش شود و چالش‌های بازی کمتر می‌شوند.

در بخش نتیجه‌گیری تحقیق ایشان بیان شده است که، انتخاب رفتار انطباق‌گونه از جهت بازی، تاثیر مثبتی در راستای بهبود کودکان مبتلا به طیف اوتیسم، اعمال می‌نماید. قابل ذکر است که هیچ‌گونه

---

[1] Data Fusion

آزمایش و نتیجه‌گیری ضمیمه‌ی تحقیق ایشان نشده بود. به‌نظر می‌رسد تهیه‌کنندگان تحقیق، تحقیق خویش را به عنوان یک مفهوم ارائه داده بوده‌اند.

۲-۶ سیستم‌های انطباق‌پذیر

منظور از سیستم‌های انطباق‌پذیر، سیستم‌هایی هستند که خود را با نیازهای کاربر، انطباق می‌دهند.

۲-۶-۱ بررسی تحقیقات گذشته در زمینه‌ی سیستم‌های انطباق‌پذیر

مگی و همکاران چارچوبی را پیشنهاد دادند تا طبق آن برنامه‌ی تعامل با کاربر بتواند خود را با ویژگی‌های شخصی کاربر تطبیق می‌دهد [۱۳]. در حالت معمول این کاربران هستند که باید خود را با شرایط و ویژگی‌های برنامه تطبیق دهند.

بیماری‌های عصبی فسادزا[۱] می‌توانند که در طول زمان اختلالات بیشتری برای بیمار پدید آورند؛ چند نمونه از این بیماری‌ها، سفت‌شدگی جانبی آمیوتروفیک بافت‌ها[۲] و سفت‌شدگی چندباره‌ی بافت‌ها[۳] می‌باشند. و این مسئله مهمی است که تکنولوژی که این نوع بیماران استفاده می‌کنند، بتواند خود را با شرایط و ویژگی‌های فردی بیمار، تطبیق دهد.

آن‌ها برای آزمایش سیستم‌شان از یک ابزار به نام"کمرا ماوس"[۴] استفاده کردند. این ابزار یک رابط کاربری ویدئویی است که حرکات سر کاربر را شناسایی می‌کند و آن حرکات را تبدیل به حرکت اشاره‌گر موش‌واره‌ی کامپیوتر، می‌نماید. می‌توان دقت کرد که این ابزار برای مبتلایان به طیف اختلالات اوتیسم نیز بسیار سودمند خواهد بود.

---

۱ Degenerative neurological diseases
۲ Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS)
۳ Multiple Sclerosis (MS)
۴ Camera Mouse

مفهوم سلسله‌مراتبی مدل پیشنهادی ایشان بدین معنا است که هر مرحله از رابط کاربری، مقدار کمی از مرحله‌ی قبلی‌اش پیچیده‌تر است. بنابراین این مدل با یک رابط کاربری ساده و قابل فهم شروع می‌شود و به یک رابط کاربری پیچیده می‌انجامد.

هدف مدل آن است که افراد از طریق استفاده از موشواره بتوانند که سطح رابط کاربری که برایشان قابل فهم است را انتخاب نمایند. کاربرانی که می‌توانند بر روی دکمه‌های کوچک کلیک[۱] کنند؛ می‌توانند که از رابط کاربری پیچیده‌تر که دکمه‌های بیشتر و کوچکتری دارد، استفاده نمایند. کاربرانی که نمی‌توانند از دکمه‌های کوچک استفاده کنند می‌توانند از رابط کاربری استفاده نمایند که دکمه‌های بزرگتر و کمتری دارد.

به منظور سهل و آسانی در انتخاب کردن، دکمه‌ها در گوشه‌های تصویر در نظر گرفته شده‌اند.

مشاهدات نهایی بدست‌آمده از آزمایشات مثبت بود. کاربران نسبت به رابط‌های کاربری معمولی، بصورت راحت‌تری می‌توانستند که دکمه‌ها را انتخاب نمایند.

سوسا و همکاران، اصول اولیه برنامه‌ای را با کمک رابط کاربری انطباق‌پذیرشان پیشنهاد دادند [۱۶]. این اصول اولیه برای کمک به توسعه‌ی شناختی کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم پیشنهاد شده است.

در یک برنامه‌ی کمک‌کننده، تنظیم‌کردن پروسه‌ی توسعه برای تطبیق با نیازهای یک کاربر خاص، الزامی است. بنابراین ایشان یک برنامه‌ی انطباق‌پذیر با رابط کاربری انطباق‌پذیر را برای کمک به کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم پیشنهاد دادند.

این برنامه شامل یک رابط کاربری کاملا انطباق‌پذیر می‌باشد. این رابط کاربری قادر به انطباق با تمامی نیازهایی بوده‌است که یک فرد مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم ممکن است داشته باشد. بنابراین مسئله‌ی

---

[۱] Click

مهمی است که چنین برنامه‌ای، شامل زمینه و موضوعی باشد که توجه کاربر اوتیستیک را جلب کند. بنابراین می‌بایست که کنجکاوی کودکان اوتیستیک قومیتهای مختلف را شناسایی کرد. به همین با تعداد زیادی از والدین و روان‌پزشکان سراسر دنیا مصاحبه شد تابتوان به یک قالب جامع دسترسی پیدا کرد.

براساس این قالب، این برنامه باید شامل فعالیت‌های بخصوصی باشد. این فعالیت‌ها می‌توانند مسیریابی،نوشتن معما و نوشتن یک متن باشند. همچنین فعالیت‌هایی که الگوهای شناختی ذهنی روزانه‌ی مبتلایان به اختلالات طیف اوتیسم را بازسازی کنند می‌توانند مفید واقع شوند. به عنوان مثال شناسایی صداها، تصویرها و کلماتی که می‌توانند به توسعه‌ی شناختی این کودکان کمک کند، از این دست فعالیت‌ها می‌باشند.

در متن تحقیق ذکر شده بود که آزمایشاتی از قبل انجام گردیده بوده است. اما هیچ‌گونه توضیحی در مورد پیاده‌سازی این برنامه ذکر نگردید. همچنین هیچ‌گونه نتایج خاصی در رابطه با آزمایشات ذکرشده ضمیمه‌ی تحقیق نشده بود.

۳. روش پیشنهادی پایان‌نامه

۳-۱ مقدمه

کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم نمی‌توانند به خوبی بر روی اشیا و حرکت اشیا متمرکز شوند. یکی از تمرینات معمول برای آموزش این کودکان دنبال کردن حرکت یک توپ می‌باشد. ایشان نمی‌توانند در زمان انجام محاوره، به طور مناسب بر روی مخاطب متمرکز شوند. یادگیری از طریق دیدن و بازی برای این کودکان مفید می باشد. به همین دلیل، در بازی جدی ارائه‌شده در این مقاله، سعی شده است که از اشیا ساکن و متحرک استفاده گردد، تا یک شبیه‌سازی مناسب از زندگی روزمره واقعی برای ایشان انجام بپذیرد.

۳-۲ طراحی سیستم و بازی

پرنده‌ی زیرک، بازی جدی طراحی‌شده برای این پایان‌نامه است. در این بازی، سطح سختی بازی با توانایی‌های کودک، هماهنگی دارد. بدین منظور، عامل هوشمند مصنوعی[۱] در بازی تعبیه شده که برای منطبق‌شدن با توانایی‌های کودک، از روش‌های یادگیری تقویتی و منطق فازی بهره می‌برد. عامل هوشمند مصنوعی در بخش بعد شرح داده شده است.

کاربر، کنترل و ناوبری یک پرنده را بر عهده دارد. هدف بازی در امان ماندن از تیر شکارچی‌ها و چنگال عقاب‌ها و عدم برخورد با درختان است. ابتدای بازی هیچ دشمن و مانعی وجود ندارد. هدف این مرحله، آشناسازی کودک با محیط بازی و نحوه‌ی کنترل پرنده است. در شکل ۳-۱، این مرحله از بازی قابل مشاهده است.

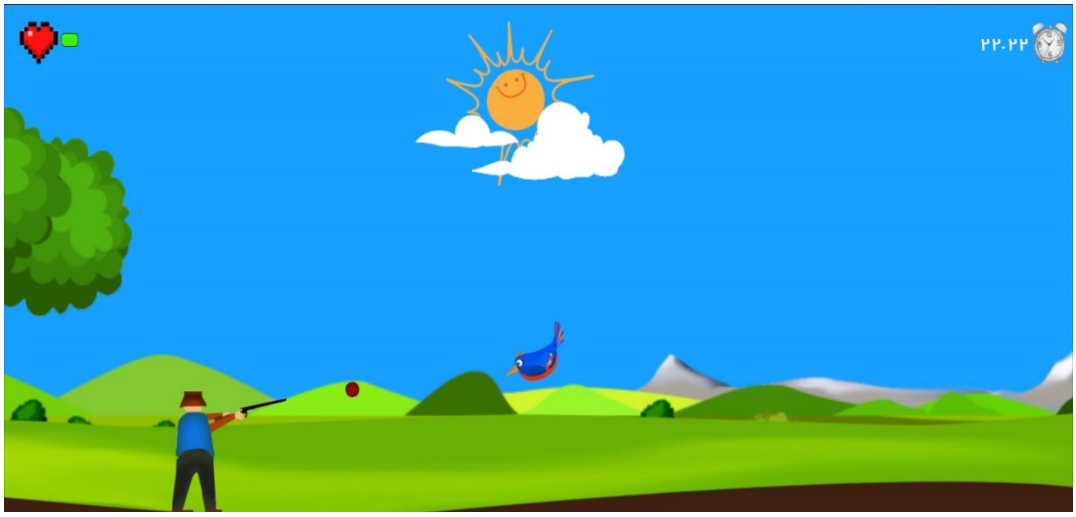
[۱] Artificial Intelligent Agent

شکل ۳-۲. آشنایی اولیه‌ی کودک با محیط بازی.

در صورت یادگیری نحوه‌ی کنترل پرنده توسط کودک، با تصمیم عامل هوشمند، موانعی چون درخت و بوته به بازی افزوده می‌شود. کاربر باید از برخورد با آن‌ها اجتناب نماید. شکل ۳-۲، نمایانگر این مرحله از بازی است.

شکل ۳-۳.کودک باید از برخورد با موانع اجتناب نماید.

با عملکرد مثبت کاربر در مرحله قبل، بازی وارد مرحله بعدی می‌شود. در این مرحله، شکارچیانی به بازی اضافه می‌شوند. با قرار گرفتن پرنده در دیدرس هر یک از شکارچیان، تیری به سمت پرنده، شلیک می‌شود. کاربر باید از برخورد با تیرها اجتناب کند. شکل ۳-۳، بیانگر این مرحله از بازی است.



شکل ۴-۳. بازیکن باید از تیرهای شکارچی، فرار کند.

یک راه فرار از دست شکارچیان پرواز به سمت بالا و دورشدن از دیدرس شکارچیان است. دشمن بعدی بازی، عقاب‌ها هستند. عقاب‌ها در ارتفاع بالاتر قرار دارند. پس از ورود پرنده به محدوده‌ی هر یک از عقاب‌ها، آن عقاب، پرنده را تعقیب می‌نماید. بازیکن باید پرنده را از چنگال آن عقاب دور نگه دارد. همچنین امکان کشتن عقاب‌ها با تیر شکارچیان، وجود دارد. شکل ۳-۴، نشان‌دهنده‌ی تعقیب پرنده توسط عقاب است. شکل ۳-۵، استفاده از تیر شکارچیان برای کشتن یک عقاب را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۵.تعقیب پرنده توسط یک عقاب.

شکل ۳-۶. استفاده از شکارچی برای کشتن عقاب.

در صورت عملکرد مثبت از طرف بازیکن در هر مرحله، بازی وارد مرحله بعدی می‌شود. در هر مرحله جدید، تعداد موانع، شکارچیان و عقاب‌ها زیادتر می‌شوند. همچنین سرعت عقاب‌ها و شکارچیان و دقت شکارچیان بیشتر می‌شود.

در نهایت پس از مدتی و بر اساس توانایی هر کودک، پرنده از بین می‌رود و بازی برای کودک به اتمام خواهد رسید. در اینجا المان‌هایی از قبیل مرحله‌ای که کودک در آن بازی را به پایان رسانده و زمان بازی برای هر کودک، یادداشت خواهد شد. کودک این بازی را طی مرتبه‌های متفاوتی انجام و نمودار عمل‌کرد هر کودک رسم خواهد شد.

پس از رسم نمودار برای هر کودک، میانگین نمودارهای تمامی کودکان شرکت کننده در تحقیق، در قالب یک نمودار، برآورد خواهد شد. بدین ترتیب عمل‌کرد کلی بازی بررسی خواهد شد.

بازی با استفاده از موتور بازی سازی یونیتی[۱]، طراحی شده است. زبان برنامه‌نویسی استفاده‌شده برای طراحی بازی، زبان سی‌شارپ[۲]است.

[۱] Unity
[۲] C-Sharp

۳-۳ نحوه‌ی انطباق‌پذیری

فصیحی و همکاران روشی برای بالابردن سطح سرگرم‌سازی یک بازی ویدئویی، ارائه داده‌اند [۷۴]. آن‌ها میزان سختی پویای هوش مصنوعی بازی را ارائه داده‌اند. روش پیشنهادی ایشان شامل یک بازی دفاع از برج است. در بازی با استفاده از منطق فازی سطح کاربر مشخص می‌شود. همچنین عامل هوشمند بازی، خود را یا سطح بازیکن منطبق می‌کند. در نهایت، کاربر مقدار سرگرمی بیشتری نسبت به دیگر بازی‌های عادی، احساس می‌کند.

در پرنده‌ی زیرک، عامل هوشمند بازی سطح فرد مبتلا به اوتیسم را مشخص می‌کند. سپس با کمک روش‌های یادگیری تقویتی و بر اساس سطح بازیکن، بهترین عمل[۱]، انتخاب می‌شود.

در ادامه نحوه ی پیاده‌سازی یادگیری تقویتی و نحوه ی استفاده‌ی منطق فازی، توضیح داده شده است.

۳-۳-۱ انتخاب مناسب‌ترین عمل در هر حالت[۲]

یک عامل هوش‌مصنوعی به کمک یادگیری ماشین از محیط اطلاعات کسب می‌کند. یادگیری‌ماشین سه الگوی یادگیری با نظارت مربی، یادگیری بدون نظارت مربی و یادگیری تقویت‌شده دارد. یادگیری تقویت‌شده یک ابزار مناسب برای انطباق‌پذیر بودن با یک محیط پویا است.

آموزش با نظارت مربی، یادگیری نمونه‌ها با نظارت یک مربی یا ناظر بیرونی است. در یادگیری تقویتی خود عامل باید توانایی نگاشت شرایط به اعمال را داشته و از تجربیات خویش، برای یادگیری استفاده کند. عامل هیچ گونه کمکی برای انتخاب یک عمل دریافت نمی‌کند. عامل باید با امتحان‌کردن هر عمل، عملی با بیشترین پاداش[۳] را بیابد. در بیشتر مواقع، یک عمل، بر روی پاداش، حالت بعدی و تمامی

---

[۱] Action

State [۲]

[۳] Reward

پاداش‌های آینده اثرگذار است. عامل در یک محیط، باید حالت کنونی محیط را تشخیص داده و اعمالی اثرگذار روی حالت را انجام دهد. هدف عامل بر اساس حالت‌های محیط، طراحی شده‌اند [۷۵].

مسئله یادگیری‌تقویتی عموما بوسیله‌ی فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف[۱](MDP) مدل می‌شود. این فرآیند، بوسیله‌ی چهار مولفه‌ی (S,A,P,R) نمایش داده می‌شود [۷۴].

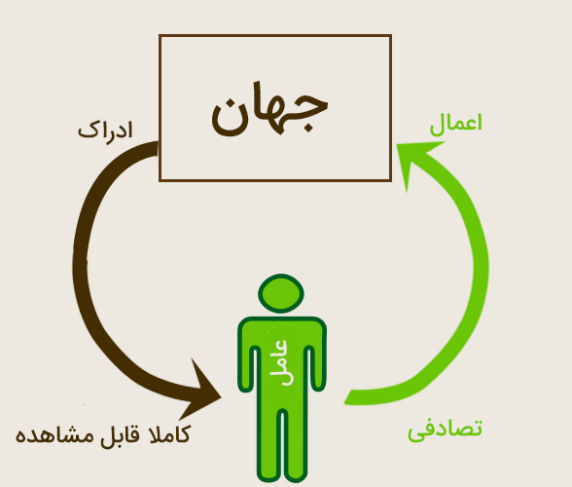
۱. S تمام حالت‌های ممکن برای عامل است.

۲. A فضای عمل‌های ممکن برای عامل است.

۳. P تابع تبدیل تصادفی است. این تابع احتمال[۲] انتقال از حالت s به s' بوسیله‌ی انتخاب و انجام عمل a را نمایش می‌دهد.

۴. R تابع پاداش است. این تابع، پاداشی دریافتی عامل از محیط، بخاطر انتقال از حالت s به s' بوسیله‌ی انتخاب و انجام عمل a، را نشان می‌دهد.

شکل ۳-۶ نشان‌دهنده‌ی تبادل عامل با محیط در مدل مارکوف است.



شکل ۳-۷. مدل پروسه‌ی تصمیم‌گیری مارکوف

[۱] Markov Decision Process
[۲] Probability

در فرآیند تصمیم‌گیری مارکوف، یک عامل در هر حالت می‌تواند مجموعه‌ای از اعمال را انتخاب کند. این مجموعه، زیرمجموعه‌ای از تمامی اعمال ممکن در فضای عمل‌ها، است. هدف تمامی روش‌های یادگیری‌تقویتی یافتن یک سیاست بهینه است. طبق این سیاست ارزشمندترین عمل در هر حالت شناسایی می‌شود. این پایان‌نامه، سیستمی منطبق بر یادگیری تقویتی برای کمک به بیماران اوتیسم را عرضه می‌کند.

سارسا[۱]، از روش‌های ارزشمند در حیطه یادگیری تقویتی است. این روش، الگوریتمی برای یادگیری سیاست MDP است. در این روش،"S_1" حالت کنونی عامل است. عامل عمل "A_1" را انتخاب و پاداش " R" را دریافت می‌کند و به حالت "S_2" می‌رود [۷۵].

سارسا، یکی از معمول‌ترین الگوریتم‌های استفاده‌شده، در بازی‌های ویدئویی است. سارسا از رابطه‌ی(۳-۱) برای بروزرسانی هر زوج حالت-عمل استفاده می‌کند.

$$Q(s_{t-1}, a_{t-1}) = (1-\alpha)Q(s_{t-1}, a_{t-1}) + \alpha\big(r + \gamma Q(s_t, a_t)\big) \qquad (۱-۳)$$

در هر واحد زمانی 't'، ارزش هر زوج حالت-عمل مشخص می‌شود. S_{t-1} حالت قبلی عامل است.a_{t-1} عملِ انتخابی عامل در حالت قبل است. r پاداش کسب شده از محیط، در نتیجه‌ی انتقال از حالت S_{t-1} به حالت S_t، بخاطر انجام عمل a_{t-1}، است. γ$(0 \leq \gamma \leq 1)$ نشان‌گر تاثیر اعمال آینده برروی انتخاب عمل کنونی است.

α$(0\leq \alpha \leq 1)$ نرخ آموزش[۲] است و نمایان‌گر تجارب اکتسابی عامل در گذشته است. برای بدست‌آوردن سیاست بهینه در رابطه‌ی (۱)، پرارزش‌ترین مقدار $Q(s_t, a_t)$، برای ارزش‌دهی به$Q(s_{t-1}, a_{t-1})$، انتخاب می‌شود.

در ادامه،روشی برای انتخاب مناسب‌ترین عمل ممکن، با توجه به مهارت‌ها و توانایی کاربر، ارائه می‌شود.

[۱] State-Action-Reward-State-Action (SARSA)
[۲] Experience Rate

بر اساس سطح مهارت‌های کاربر، احتمال انتخاب یک عمل خاص، متفاوت خواهد بود. برای مثال، احتمال انتخاب یک عمل سخت، در برابر یک کاربر حرفه‌ای، بیشتر از احتمال انتخاب یک عمل آسان است. همچنین احتمال انتخاب یک عمل آسان، در برابر یک کاربر مبتدی، بیشتر از احتمال انتخاب یک عمل سخت است. منظور از یک عمل سخت، در یک حالت خاص، عملی با ارزش بالا در زوج حالت-عمل است. بنابراین برای هر حالت، سه بردار احتمال ساخته می‌شود. اعضای هر یک از این بردارها نشان‌دهنده‌ی احتمال انتخاب هر عمل ممکن، در آن حالت است.

اولین بردار $\overrightarrow{P_H}$ است. اعضای این بردار براساس رابطه (۳-۲) ساخته می‌شوند. در این بردار، اعمالی با ارزش بیشتر، احتمال انتخاب بیشتری دارند.

$$P_H(s, a_i) = \frac{Q(s,a_i)-(min-\varepsilon)}{\sum_{k=1}^{n}(Q(s,a_k)-(min-\varepsilon))} \qquad (۳-۲)$$

$min = \text{Minimum}\,(Q(s,a_1), Q(s,a_2), \dots, Q(s,a_n)), \varepsilon > 0, a_i \in A_s, A_s \subseteq A, i = 1,2,3,\dots,n$

در رابطه‌ی (۳-۲)، A_s مجموعه‌ی تمامی اعمال ممکن در حالت S و A مجموعه‌ی تمامی اعمال ممکن در فضای حالت عامل است.

مقدار min به عنوان مبدا بردار کاربرد دارد. ε بزرگتر از صفر است. این پارامتربرای انتخاب اعمال با کمترین ارزش لحاظ شده است.

دومین بردار احتمالی برای هر حالت، $\overrightarrow{P_E}$ است. در این بردار، اعمالی با ارزش پایین‌تر، احتمال انتخاب بیشتری دارند. برای ساخت هر عضو $\overrightarrow{P_E}$ از رابطه‌ی (۳-۳) استفاده می‌شود.

$$P_E(s, a_i) = \frac{(max+\varepsilon)-Q(s,a_i)}{\sum_{k=1}^{n}((max+\varepsilon)-Q(s,a_k))} \qquad (۳-۳)$$

$max = \text{Maximum}\,(Q(s,a_1), Q(s,a_2), \dots, Q(s,a_n)), \varepsilon > 0, a_i \in A_s, A_s \subseteq A, i = 1,2,3,\dots,n$

سومین بردار احتمالی برای هر حالت، $\overrightarrow{P_M}$ است. تمامی عناصر این بردار، احتمال انتخاب برابر دارند. عناصر این بردار با رابطه‌ی (۳-۴) محاسبه می‌شوند.

$$P_M(s, a_i) = \frac{1}{n} \quad i = 1,2, \dots, n \qquad (۴-۳)$$

در رابطه‌ی (۳-۴)، n تعداد تمامی اعمال ممکن برای عامل در حالت S است.

در این پژوهش، از سه بردار $\overrightarrow{P_H}$ ، $\overrightarrow{P_M}$ و $\overrightarrow{P_E}$ برای رفتار انطباق‌پذیر، استفاده شده است. $\overrightarrow{P_H}$ برای درجه‌ی سختی زیاد استفاده می‌شود. در واقع، عاملِ هوشمندِ مصنوعی استفاده‌کننده از این بردار، همیشه با احتمال زیاد، بهترین عمل ممکن را انتخاب می‌کند. $\overrightarrow{P_M}$ برای سختی متوسط استفاده می‌شود. تمامی اعمال موجود در این بردار، از احتمال انتخاب‌شدن برابر برخوردارند. نهایتا $\overrightarrow{P_E}$ برای درجه‌ی سختی آسان استفاده می‌شود. در واقع، عاملِ هوشمندِ مصنوعی استفاده‌کننده از این بردار، همیشه با احتمال زیاد، بدترین عمل ممکن را انتخاب می‌کند.

محاسبه‌ی سطح مهارت‌ها و کیفیت کاربر مهم است. با این محاسبه رفتار عامل هوشمند در بازی، با سطح کاربر منطبق می‌شود.

۳-۳-۲ اندازه‌گیری سطح مهارت‌های کاربر با استفاده از منطق فازی

برای اندازه‌گیری سطح مهارت‌های کاربر، یک پارامتر به نام عامل مهارت[۱](SF) با رابطه‌ی (۳-۵) لحاظ شده است.

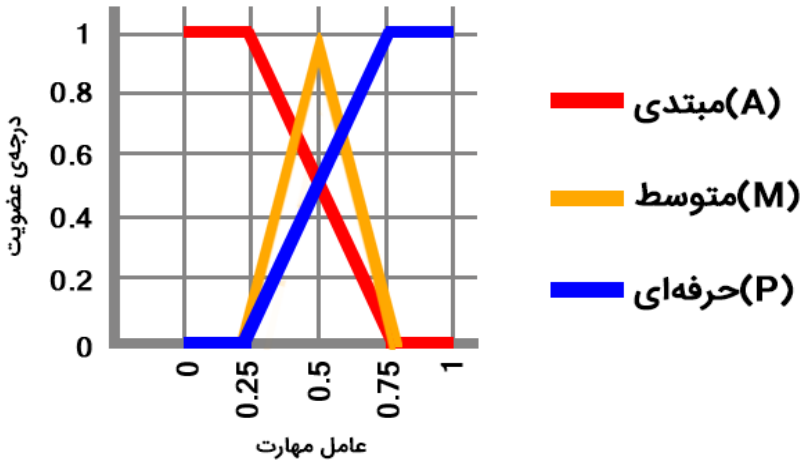
$$SF = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i f_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} where\ 0 \le f_i \le 1,\ w_i > 0 \qquad (۵-۳)$$

f_i یک پارامتر دلخواه است. این پارامتر نشان‌گر مهارت‌های کاربر در بازه‌ی زمانی i است. w_i به عنوان وزن هر f_i است که نشان‌دهنده‌ی شدت تاثیر هر کدام از f_i ها بر روی مقدار نهایی SF است. نحوه‌ی

[۱] Skill Factor

مشخص‌شدن مقادیر f_i و w_i در بخش بعدی شرح داده شده است. این پارامترها در طول اجرای بازی بصورت پویا، بروزرسانی می‌شوند و برای اندازه‌گیری سطح مهارت‌های کاربر استفاده می‌شوند.

مهارت‌های اجتماعی بیماران مبتلا به اوتیسم، به سه مجموعه‌ی فازی مبتدی[۱] (A)، متوسط[۲] (M) و حرفه‌ای[۳] (P)، سطح‌بندی شده‌اند. اکثر پارامترهای دنیا واقعی، از منطق فازی پیروی می‌کنند. عقلانی نیست که بگوییم یک کاربر، کاملا حرفه‌ای یا کاملا مبتدی است، بهتر است که برای مثال بگوییم آن کاربر ۶۰٪ حرفه‌ای، ۳۰٪ متوسط و ۱۰٪ مبتدی می‌باشد. در شکل ۳-۷ نشان‌دهنده‌ی دیاگرام فازی این سطح‌بندی است. این دیاگرام نمایش‌گر درجه‌ی عضویت کاربر به هر مجموعه‌ی فازی، با توجه به پارامتر SF، است[۷۴].



شکل ۳-۸.دیاگرام فازی نمایش‌گر درجات عضویت[۴] کاربر نسبت به هر مجموعه‌ی فازی

در نهایت یک بردار احتمال نهایی برای هر حالت ساخته می‌شود. در این بردار، برای رسیدن به رفتار انطباق‌گونه براساس درجه عضویت کاربر به مجموعه‌ها، از رابطه‌ی (۳-۶) استفاده می‌شود.

$$\overrightarrow{P_{final}} = \text{lerp}(\text{lerp}(\overrightarrow{P_E}, \overrightarrow{P_M}, 1 - \mu_A(SF)), \overrightarrow{P_H}, \mu_p(SF)) \qquad (۳-۶)$$

[۱] Amateur
[۲] Medium
[۳] Professional
[۴] Degree of Membership

در رابطه‌ی (۳-۶) μ_A و μ_p به‌ترتیب نمایش‌گر درجه عضویت کاربر به مجموعه‌های مبتدی و حرفه ای هستند. Lerp تابع درون‌یابی خطی موجود در زبان‌های برنامه‌نویسی است.

درون‌یابی‌خطی شامل ارزیابی یک نقطه‌ی جدید بر اساس ارتباط دو نقطه‌ی مشخص، با استفاده از یک خط راست است. درون‌یابی‌خطی برای نقاط (x_1, y_1) و (x_2, y_2)، خط مستقیمی بین این دو نقطه است. برای مقدار x بین (x_1, x_2)، مقدار y بوسیله‌ی رابطه‌ی (۳-۷) محاسبه می‌شود.

$$\frac{y-y_1}{x-x_1} = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} \quad (۳-۷)$$

با حل رابطه (۳-۷)، مقدارy، از رابطه‌ی (۳-۸) محاسبه می‌شود.

$$y = y_1 + (x - x_1)\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1} \quad (۳-۸)$$

در پیاده‌سازی، مقدار خروجی تابع درون‌یابی خطی از رابطه‌ی (۳-۹) بدست می‌آید. این رابطه براساس رابطه‌ی (۳-۸) تشکیل‌شده است. در این رابطه، سه متغیر به عنوان ورودی دریافت می‌شوند. این متغیرها شامل، مختصات نقطه‌ی اول (Value1)، مختصات نقطه‌ی دوم (Value2) و وزن (Weight) است. وزن مقداری در بازه‌ی صفر تا یک است.

$$\text{Value1} + \text{Weight} \times (\text{Value2} - \text{Value1}) \quad (۳-۹)$$

با استفاده از درون‌یابی خطی، مجموع عناصر $\overrightarrow{P_{final}}$ قطعا برابر با یک، خواهد شد.

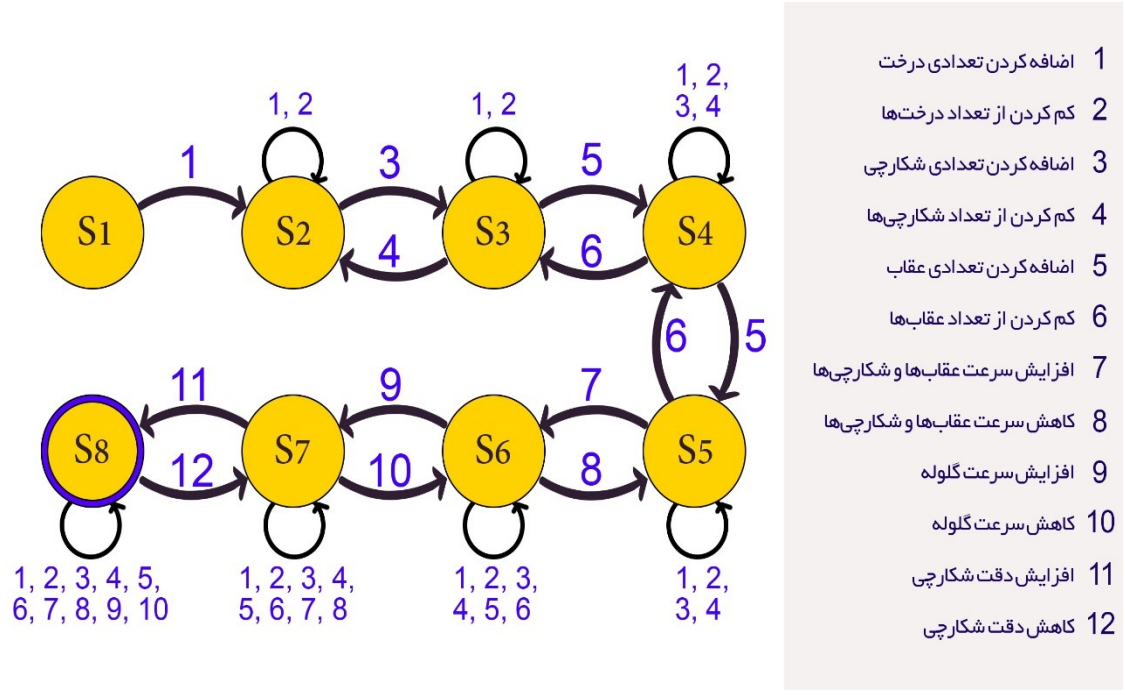
$\overrightarrow{P_{final}}$ نمایان‌گر احتمال انتخاب هر عمل در حالت 's'، با توجه به سطح مهارت‌های کاربر است. تمامی پارامترهای استفاده‌شده برای محاسبه‌ی $\overrightarrow{P_{final}}$ بصورت پویا، بروزرسانی می‌شوند. از این رو به‌طور مداوم،انطباق عامل با سطح مهارت‌های کاربرانجام می‌شود.

پس در این سیستم، مناسب‌ترین عمل هر حالت، براساس $\overrightarrow{P_{final}}$، انتخاب می‌شود. سپس عمل انتخاب‌شده از طریق الگوریتم یادگیری تقویتی سارسا، دوباره ارزش‌گذاری می‌شود. در واقع، سیستم به طور مداوم، در حال تطبیق عامل با سطح مهارت‌های اجتماعی کاربر خواهد بود [۷۴].

۳-۴ پیاده‌سازی

در بخش اول از این فصل، به شرح سیستم بازی پرداخته شد. در بخش دوم همین فصل، روش پیشنهادی برای رفتار انطباق‌گونه، شرح داده شد. حال در این بخش، چگونگی استفاده از روش پیشنهادی، در بازی شرح داده می‌شود.

شکل(۳-۸) نشان‌گر ماشین اتوماتای بازی است که نمایش‌گر فضای حالت و اعمال ممکن در هر حالت، است.



شکل ۳-۹. ماشین‌اتوماتای نشان‌گر فضای حالت و فضای اعمال بازی

بازی از حالت S_1 شروع می‌شود. هر بازه‌ی زمانی ۱۰ ثانیه‌ای از بازی، یک دوره[۱] است. عاملِ هوشمند در طول هر دوره، شروع به تعیین سطح مهارت‌های کاربر می‌کند. هر دوره به ده تکه[۲] تقسیم شده است. عملکرد کاربر در برخورد به دشمنان و موانع در هر تکه f_i، نامیده می‌شود.

[۱] Epoch
[۲] Chunk

$$f_i = 1 - \frac{h_c}{(h_c+1)\times t_c} \quad (۱۰-۳)$$

پارامتر h_c نمایان‌گر تعداد دفعات برخورد پرنده، به موانع و دشمنان در طول تکه‌ی اخیر است. پارامتر t_c، نمایان‌گر طول زمان هر تکه است. عدد "۱" موجود در مخرج کسر، به منظور جلوگیری از ایجاد مخرج صفر، لحاظ شده‌است.

همچنین مقدار اندیس هر تکه، بعنوان w_i ، در نظر گرفته می‌شود.

$$w_i = i_c \quad (۱۱-۳)$$

پارامتر i_c نمایان‌گر اندیس تکه‌ی موردنظر در دوره‌ی موردنظر است. تکه‌های آخر هر دوره، از اهمیت بیشتری برخوردارند. از این رو زمان بیشتری در تکه‌های پایانی هر دوره، در بازی لحاظ می‌شود. با این زمان، کاربر فرصت بیشتری برای آشنایی و تطبیق با شرایط و موانع حاکم بر آن دوره، خواهد داشت.

بنابراین با استفاده از رابطه‌ی (۳-۵)، مقدارِ عامل مهارت کاربر مشخص می‌شود. سپس از طریق شکل ۳-۷، درجه عضویت مهارت‌های کاربر به هرکدام از مجموعه‌های فازی، بدست آورده می‌شود.

در انتهای دوره‌ی کنونی با استفاده از رابطه (۳-۶)، مناسب‌ترین عمل ممکن در حالت کنونی، انتخاب و انجام می‌شود. با توجه به شکل ۳-۸، عامل به حالت بعدی می‌رود. در طی دوره‌ی بعدی، سیستم منتظر پاسخ کاربر به عمل انجام شده می‌ماند. منظور از پاسخ کاربر، تفاوت مقدار سلامتی پرنده در بازه‌ی زمانی کنونی نسبت به بازه‌ی زمانی قبلی است. در انتهای دوره‌ی مذکور، سیستم از پاسخ کاربر بعنوان پاداش برای بروزرسانی ارزش زوج (حالت قبلی-عمل قبلی) استفاده می‌کند. عامل، بدین منظور از رابطه‌ی (۳-۱) استفاده می‌نماید. سپس دوباره سطح مهارت‌های کاربر، مشخص‌شده و مناسب‌ترین عمل ممکن در حالت کنونی انتخاب و انجام می‌شود. عامل براساس شکل ۳-۸ به حالت بعدی رفته و منتظر پاداش می‌ماند.

تا پایان بازی، مراحل بالا به طور متناوب تکرار می‌شود تا سختی بازی با سطح مهارت‌های کاربر، منطبق بماند.

۴. آزمایش و ارزیابی نتایج

۴-۱ انجام آزمایش

به منظور آزمایش روش ارائه‌شده، از کمک ۱۵ کودک مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم، بهره برده شده است. این بیماران با استفاده از صفحه‌کلید رایانه اقدام به بازی کرده‌اند. اطلاعات مربوط به این کودکان در جدول ۴-۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۴-۱. اطلاعات مربوط به بیمارانی که در آزمایش شرکت کرده‌اند

شماره	سطح در طیف اختلالات اوتیسم	سن	اختلالات همراه	جنسیت
بیمار۱	۲	۱۵	اکولیلیا	پسر
بیمار۲	۱	۷	-	پسر
بیمار۳	۳	۴	-	پسر
بیمار۴	۱	۷	-	پسر
بیمار۵	۱	۶	-	پسر
بیمار۶	۳	۱۴	-	پسر
بیمار۷	۱	۹	-	دختر
بیمار۸	۲	۱۶	ناشنوایی- اکولیلیا	پسر
بیمار۹	۳	۱۵	-	دختر
بیمار۱۰	۳	۸	عقب‌ماندگی ذهنی	پسر
بیمار۱۱	۲	۷	-	پسر
بیمار۱۲	۳	۸	-	دختر
بیمار۱۳	۳	۱۴	-	پسر
بیمار۱۴	۳	۴	-	پسر
بیمار۱۵	۲	۱۰	-	پسر

در جدول ۴-۱، منظور از سطح ۱، سطحی با کم‌ترین شدت ممکن، در طیف اختلالات اوتیسم است. سطح سه، شدیدترین سطح در طیف اختلالات اوتیسم است.

برای اندازه‌گیری توانایی‌های هر کودک در هر مرتبه بازی، نیاز به چند پارامتر است. از جمله‌ی این پارامترها، موفقیت یا عدم موفقیت در پیروزی بازی، مدت زمان بازی کودک در هر مرتبه از بازی و میزان سختی بازی در حالت عدم پیروزی کودک هستند.

در طی مراحل آزمایش مشاهده شد که پارامترهای اشاره شده نمی‌توانند پارامترهای کاملی برای بیان توانایی‌های هر کودک باشند. برای مثال، یک کودک به‌جای پرواز با پرنده، در یک موقعیت مکانی ثابت برای مدت زیادی بایستد. در این حالت مدت زمان بازی افزایش یافته اما برای کودک آورده‌ای نداشته است. بنابراین یک پارامتر جدید به پارامترهای قبلی اضافه شد. این پارامتر، نمایان‌گر کیفیت اجرای هرکودک از نظر یک فرد خبره است. یک فرد خبره، به کیفیت بازی هرکودک در بازه‌ی ۱ تا ۸ نمره می‌دهد. با ترکیب این پارامتر جدید و پارامترهای از پیش‌تعیین شده رابطه‌ی (۴-۱) تشکیل شده است.

$$P = (q^2 \times w \times S) + t \qquad (۱-۴)$$

t، مدت زمان بازی کودک در هر مرتبه از بازی، S، میزان سختی بازی در حالت عدم پیروزی کودک و w نشان‌دهنده‌ی موفقیت با عدم موفقیت در پیروزی است. میزان این پارامتر در صورت شکست برابر با ۱ و در صورت پیروزی برابر با ۱/۲ است. مقدار کوچک w در شرایط پیروزی به دلیل، جلوگیری از ایجاد داده‌های پرت[1] است. این مقدار با آزمایش‌های مختلف در حین طراحی بازی، تعیین شده است. q، نشان‌دهنده‌ی نمره‌ی اعطاشده به کیفیت بازی کودک در هر مرتبه از بازی توسط فردخبره است. P، نمایان‌گر امتیاز نهایی است که به مهارت‌های هر کودک، در هر مرتبه از بازی تعلق می‌یابد.

q به توان دو رسیده است تا تاثیر نظر فرد خبره بیشتر شود. همچنین t بجای ضرب، با مقادیر دیگر جمع شده است تا تاثیر آن در امتیاز کلی کم‌تر شود. در واقع زمان پارامتری است که موجب داوری اشتباه در کیفیت توانایی بیمار می‌شود. به همین دلیل تاثیر آن کم شده است.

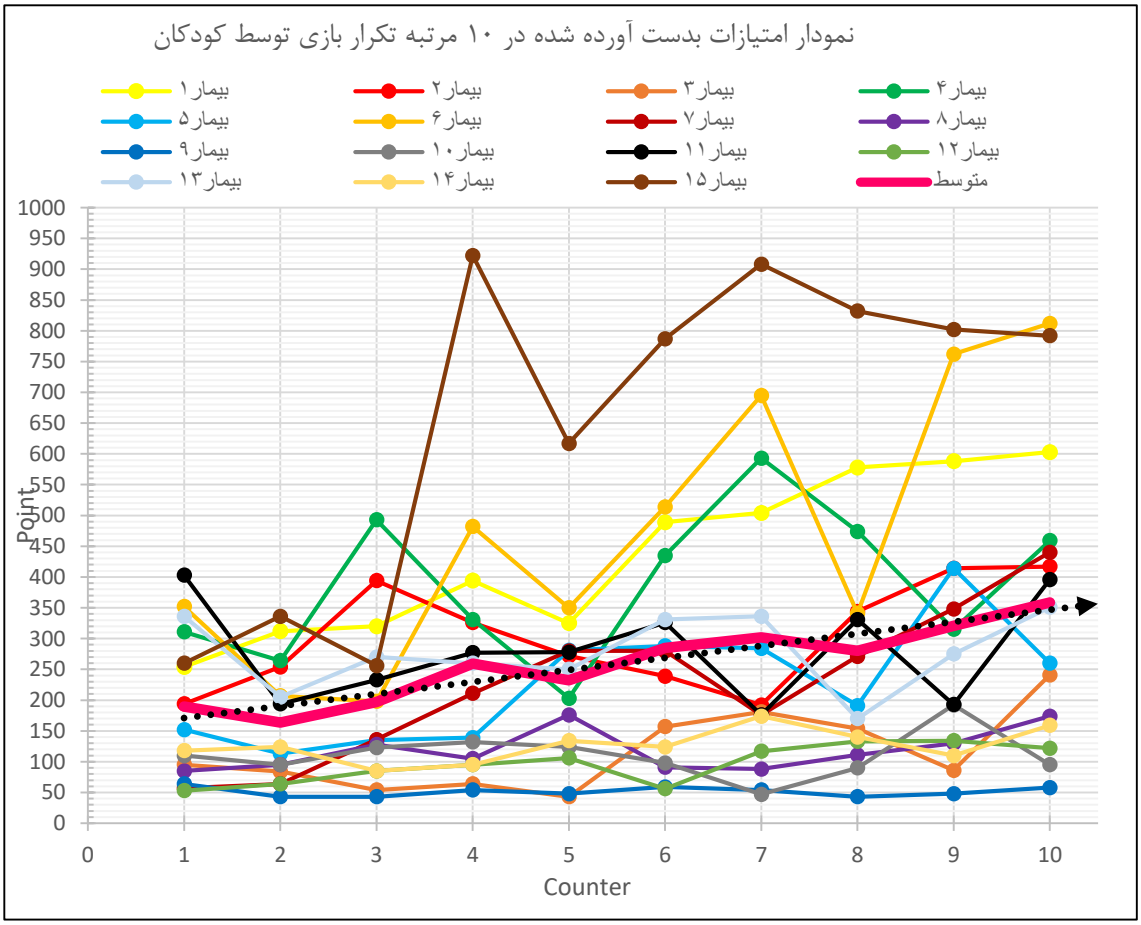
[1] Out layer Data

۴-۲ ارزیابی آزمایش

با استفاده از رابطه (۴-۱)، شکل ۴-۱ تشکیل شده است. در این شکل، عملکرد هر کودک بصورت مجزا رسم شده است. هم‌چنین متوسط عملکرد هر ۱۵ کودک نیز رسم شده‌است. پیش‌بینی خطی از متوسط عملکرد کودکان نیز رسم شده است.

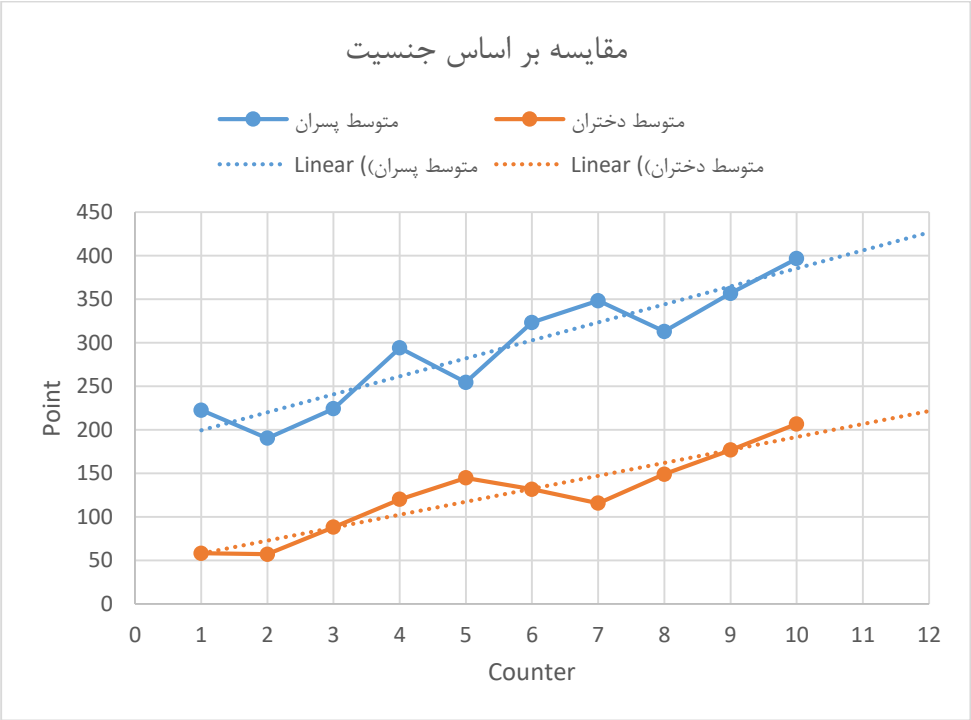
شکل ۴-۱ نشان می‌دهد که روش پیشنهادی این پایان‌نامه، در بهبود شرایط این کودکان، اثرگذار است. با بازی کودکان در بازه‌ی زمانی طولانی، پیش‌بینی می‌شود که این اثرگذاری افزایش یابد.

خط نمایش‌گر متوسط عملکرد این ۱۵ بیمار، شیب افزاینده‌ی ۱۱ درجه‌ای دارد. این شیب، نمایش‌گر اثرگذاری این روش در طولانی مدت است.



شکل ۴-۱.نمودار عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی

در شکل‌های ۴-۲ تا ۴-۵، نتایجات از جهت‌های مختلف بررسی شده‌اند.



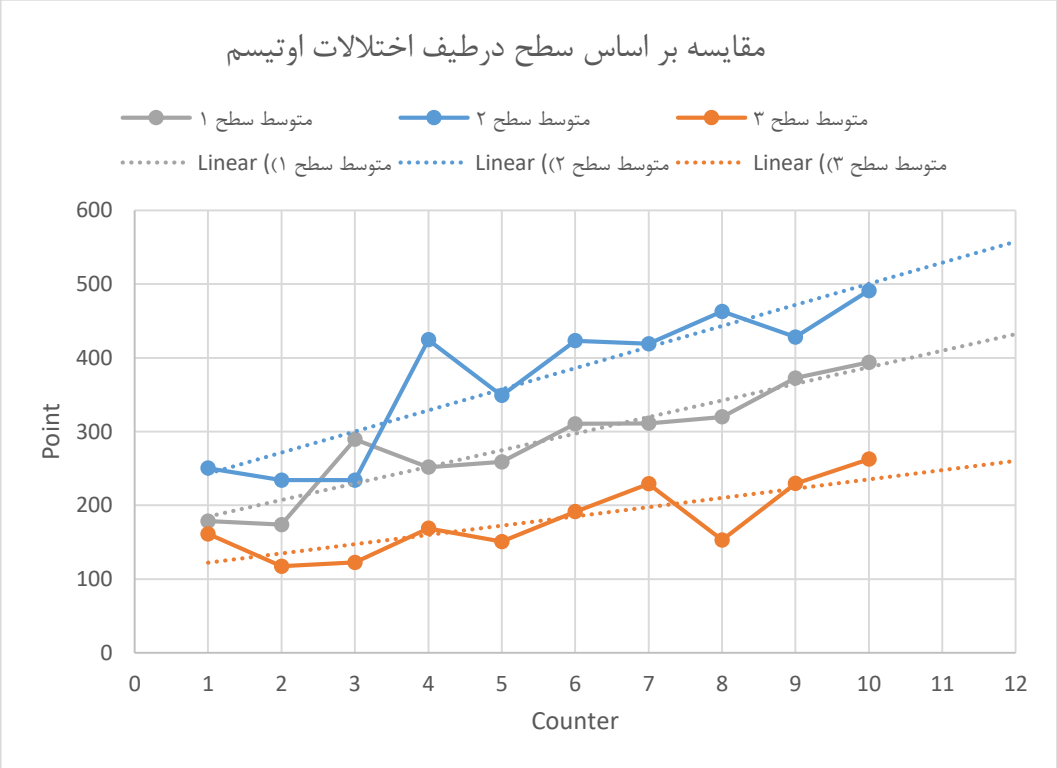
شکل ۴-۲.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس جنسیت

در شکل ۴-۲، متوسط عملکرد این کودکان بر اساس جنسیت، مشخص شده است. طبق این نمودار، متوسط عملکرد پسران از دختران بهتر بوده است ولی شیب بهبود هر دوطرف تقریبا برابر بوده است که اهمیت زیادی دارد و نشان‌دهنده‌ی کارآمد بودن روش ارائه‌شده برای هر دو جنسیت است. با توجه به علاقه‌ی بیشتر پسران به بازی‌های کامپیوتری و کار با کامپیوتر، این تفاوت قابل توجیه است. البته نمی‌توان با توجه به این شکل به یقین گفت که پسران عملکرد بهتری دارند. چرا که در این آزمایش تنها ۳ دختر در برابر ۱۲ پسر شرکت کرده بودند.

شکل ۴-۳، نمایشگر مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان بر اساس سطح طیف اختلالات اوتیسم ایشان می‌باشد. با توجه به نمودار به نظر می‌آید که کودکان سطح ۲ عملکرد بهتری داشته‌اند. بنابراین به نظر نمی‌آید که عملکرد این کودکان در این بازی ارتباط دقیقی با سطح‌بندی ایشان داشته باشد. همان‌طور که مشاهده می گردد کودکان سطح ۱ عملکرد مناسبی نداشته‌اند. این امر به آن دلیل بود که اکثر این

کودکان، مشکلات زیادی برای کار با صفحه‌کلید داشتند و اصولا فهم درستی از مفهموم بازی پیدا نکرده بودند.

با این‌حال مشاهده می‌شود که شیب بهبود هر سه گروه تا حد امیدوارکننده‌ای مثبت و شبیه به هم است. این موضوع نشان می‌دهد که روش ارائه‌شده فارغ از سطح کودکان در طیف اختلالات اوتیسم، می‌تواند که برای ایشان مفید واقع شود.



شکل ۴-۳.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس سطح در طیف اختلالات اوتیسم

شکل ۴-۴، مقایسه‌ای بین متوسط عملکرد کودکان در سه بازه‌ی سنی متفاوت است. برای انجام این مقایسه کودکان به سه بازه‌ی سنی زیر ۷ سال، ۷ تا ۱۲ سال و بالای ۱۲ سال تقسیم شدند.

همان‌طور که در نمودار مشهود است کودکان بالای ۱۲ سال یا نوجوانان، عملکرد بهتری داشتند. البته کودکان بین ۷ تا ۱۱ سال نیز عملکرد خوبی داشتند و تقریبا عملکرد این دوگروه مشابه بوده است. اما کودکان زیر ۷سال عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند.

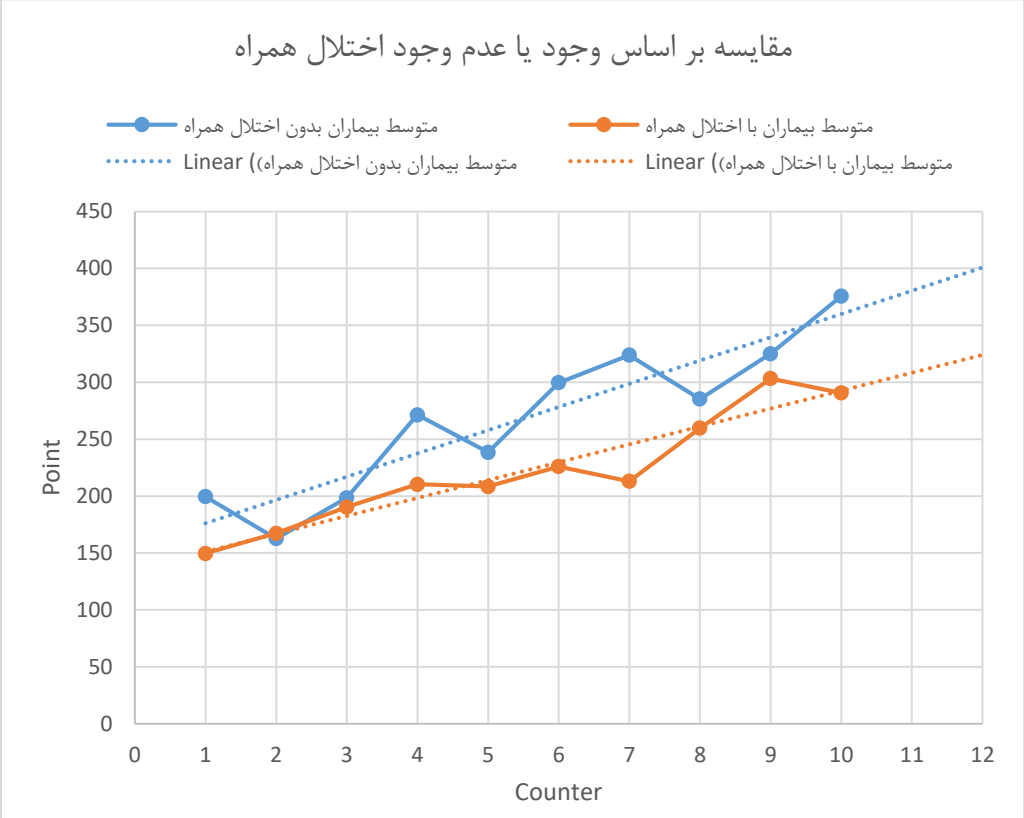
با این‌حال باز هم در هر سه گروه شیب بهبود روند مثبتی داشته است که نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن روش ارائه‌شده برای سنین مختلف کودکان مبتلا به طیف اوتیسم می‌باشد. البته کودکان زیر ۷ سال بهبود کمتری نسبت به دوگروه دیگر داشتند که با توجه به کم بودن سن ایشان، قابل تصور می‌باشد. کودکان بزرگتر و نوجوانان تجربه‌ی استفاده از کامپیوتر را داشته و راحت‌تر با بازی اخت می‌شوند.

شکل ۴-۴.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس سن

شکل ۴-۵، نماشان‌گر مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم براساس وجود یا عدم وجود اختلالات همراه در ایشان است.

با توجه به نمودار قابل مشاهده است که هردوگروه عملکرد بسیار خوب و قابل‌قبولی داشته‌اند. شیب بهبود درگروهی که اختلالات همراه داشته‌اند نیز تقریبا مانند گروه دیگر روند مثبت داشته است.

البته قابل ذکر است که این نتیجه‌گیری نمی‌تواند کاملا دقیق باشد.اولا به دلیل متفاوت بودن تعداد شرکت‌کنندگان دو گروه و ثانیا به این دلیل که هر نوع از اختلالات همراه، می‌تواند اثرات متفاوتی داشته باشد. در بین شرکت کنندگان از تمامی اختلالات همراه نماینده‌ای نبود و نمی‌توان بررسی انجام‌شده را بررسی کاملی دانست.



شکل ۴-۵.مقایسه‌ی متوسط عملکرد کودکان در ۱۰ مرتبه بازی بر اساس وجود یا عدم وجود اختلال همراه

۴-۳ مقایسه با کارهای گذشته

همان‌طور که در فصل دوم بررسی شد، متاسفانه تحقیقات مرتبط با روش ارائه‌شده‌ی این پایان‌نامه یا فاقد بخش آزمایش بودند و یا نتایج آماری از آزمایشات خویش را اعلام نکرده بودند. البته باید در نظر گرفت که تعداد این تحقیقات مشابه با این پایان‌نامه کم بوده و بطور کامل هم مشابه پایان‌نامه نبوده‌اند. با این‌حال این یک مزیت برای این پایان‌نامه می‌باشد که هم آزمایشات انجام شده و هم نتایج آماری اعلام گشته است.

۵. نتیجه‌گیری

۵-۱ معایب و مزایای روش ارائه‌شده

از مشکلات این تحقیق، تعداد کم شرکت‌کنندگان در آزمایش، عدم تمایل کودکان به ادامه‌ی بازی، عدم ارتباط‌پذیری کودک با ابزار بازی یعنی صفحه‌کلید، تعداد اندک تکرارپذیری بازی برای هر کودک بوده است. این موارد کار را برای نتیجه‌گیری دقیق، سخت می‌کند.

از این رو پیشنهاد می‌شود که در کارهای آتی، آزمایش با تعداد بیشتری بیمار و در بازه‌ی زمانی طولانی‌تر انجام شود.

یکی از مهم‌ترین مزایای این تحقیق، طراحی و پیاده‌سازی یک بازی جدی پیشرفته‌تر نسبت به تحقیقات قبلی است. همچنین محیط جذاب‌تر این بازی در افزایش علاقه‌ی کودکان نسبت به بازی جدی، تاثیرگذار بوده است. پویا بودن هوش مصنوعی بازی و در نهایت خود بازی، پویایی دنیای واقعی را شبیه‌سازی می‌کند. این موضوع در بهبود توانایی‌های این کودکان در مواجهه با فعالیت‌های اجتماعی تاثیرگذار است.

از معایب تکنیکی این بازی کم بودن طول زمان بازی است. در این زمان، عامل هوشمند مصنوعی نمی‌تواند به اندازه‌ی کافی آموزش ببیند. به این دلیل اثرگذاری عامل هوشمند مصنوعی، کامل و دقیق نیست. اما قابل ذکر است که با افزایش مدت زمان بازی، حوصله و علاقه‌ی بیمار نسبت به بازی کاهش می‌یابد و این یک مشکل جدی برای طراحی هوش‌مصنوعی پویاتر است.

۵-۲ نتیجه‌گیری کلی

مهارت‌های اجتماعی و ارتباطی، از مهم‌ترین زمینه‌های تاثیرگذار بر روی بیماران مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم است. این بیماران در زمینه‌ی تعامل با دیگران، مشکل دارند. امید آن می‌رود که با استفاده از بازی طراحی شده در این پایان‌نامه، این افراد تجربه‌ی بهتری از زندگی داشته باشند. همچنین این پایان‌نامه تلاشی برای تحقیق در مورد نحوه‌ی نگاه کردن این افراد به اشیاء ثابت و متحرک است.

همچنین روش ارائه شده در این پایان‌نامه، از روش سارسا به عنوان یکی از روش‌های معمول یادگیری تقویت‌شده استفاده کرد. مقایسه و بررسی دیگر روش‌های موجود در زمینه‌ی یادگیری تقویت‌شده و بطور کلی روش‌های هوش مصنوعی، در ارتقای روش پیشنهادی سودمند خواهد بود.

همان‌طور که در متن تحقیق اشاره شد. این روش بر روی ۱۵ نمونه‌ی آزمایش تاثیرگذار بوده است. همین‌طور نشان‌داده شد که روش ارائه‌شده برای کودکان مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم در سنین متفاوت، جنسیت متفاوت، سطح متفاوت و در صورت داشتن یا نداشتن اختلالات همراه، می‌تواند کارآمد باشد. امید آن می‌رود که این روش در مدت زمان طولانی، اثرگذاری بیشتری در جهت بهبود توانایی‌های این افراد گذارد.

۵-۳ کارهای آینده

بهتر است که بازی‌جدی ارائه‌شده در مدت بیشتری تحت آزمایش قرار بگیرد. به نظر می‌رسد اگر این کودکان در مدت زمان بیشتری مشغول به بازی باشند بهتر می‌توان در مورد سودمند بودن روش ارائه‌شده نظر داد.

همچنین مناسب‌تر است که در آینده یک گروه کنترل این بازی را انجام دهند و نتایج بدست آمده با نتایج گروه مبتلا به طیف اختلالات اوتیسم مقایسه گردند.

با توجه به این‌که هوش مصنوعی بازی به زمان بیشتری برای آموزش نیاز دارد؛ بهتر است که در آینده سیستمی طراحی شود که هر کاربر در آن ثبت‌نام کند و نتایج و شرایط غالب بر هر نوبت بازی آن کاربر در آن سیستم ذخیره شود. بدین ترتیب در نوبت بعد، هوش مصنوعی بجای آن‌که از ابتدا شروع کند از نقطه‌ی قبلی شروع به کار می‌کند. بدین ترتیب پس از چند نوبت بازی فرد، هوش مصنوعی به اندازه کافی آموزش دیده تا شدت اثرگذاری بازی را بیشتر نماید.

منابع

[1] American Psychiatric Association, 4th ed. Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Washington: American Psychiatric, 1994.

[2] A. Le Couteur, ed. National autism plan for children, London: National Autism Society, 2003.

[3] F. Zeidán-Chuliá, J. L. Rybarczyk-Filho, A. B. Salmina, B. N. De Oliviera, M. Noda and J. C. F. Moreira, "Exploring the multifactorial nature of autism through computational systems biology: calcium and the Rho GTPase RAC1 under the spotlight," *Neuromolecular Medicine,* vol. 15, no. 2, *pp. 364-383*, 2013.

[4] J. A. Worley and J. L. Matson, "comparing symptoms of autism spectrum disorders using the current DSM-IV-TR diagnostic criteria and the proposed DSM-V diagnostic criteria," *Research in Autism Spectrum Disorders,* vol. 6, no. 2, *pp. 965-970*, 2012.

[5] B. A. Lord C, "Autism spectrum disorders," in *eds. Child and adolescent psychiatry*, Oxford, Blackwell, *pp. 636–663*, 2002.

[6] L. Wing and J. Gould, "Severe impairments of social interaction: epidemiology and classification," *J Autism Dev Disord,* vol. 9, *pp. 11–29*, 1979.

[7] G. Mascheroni, S. Livingstone, M. Dreier and S. Chaudron, "Learning versus play or learning through play? How parent's imaginaries, discourses and practices around ICTs shape children's (digital) literacy practices," *Media Education,* vol. 7, no. 2, *pp. 261-280*, 2016.

[8] S. M. Rao and B. Gagie, "Learning through seeing and doing visual supports for children with autism," *teaching Exceptional Children,* vol. 38, no. 6, *pp. 26–33*, 2006.

[9] E. S. Kim, E. S. Berkovits, E. P. Bernier, D. Leyzberg, F. Shic and B. Scassellati, "Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism," *Journal of autism and developmental disorders,* vol. 43, no. 5, *pp. 1038–1049*, 2013.

[10] E. T. Bekele, U. Lahiri, A. R. Swanson, J. A. Crittendon, Z. E. Warren and N. Sarkar, "A step towards developing adaptive robot-mediated intervention architecture (aria) for children with autism," vol. 21, no. 2, *pp. 289-299*, 2013.

[11] Y. Ohtake, M. Wehmeyer, N. Uchida and M. Yanagihara, "Enabling a Paralinguistic Communicator with Autism to Use Picture Card as a Strategy for Repairing Listener Misunderstandings: A Case Study," *Education and training in Autism and developmental disabilities,* vol. 45, no. 3, *pp. 410-421*, 2010.

[12] J. Lozano Martinez, F. L. Ballesta Pagon and S. Alcaraz Garcia, "software for teaching emotions to students with autism spectrum disorder," *Revista Comunicar,* vol. 18, no. 36, *pp. 139-148*, 2011.

[13] j. Magee and M. Betke, "Hail: Hierarchical adaptive interface layout," *Proceedings of the 12th international conference on Computers helping people with special needs, pp. 139-146*, 2010.

[14] Z. Urturi, A. Zorilla and B. Zapirain, "A serious game for android devices to help educate individuals with autism on basic first aid," *The 16th International Conference on Computer Games, pp. 609-616*, 2012.

[15] B. O. Ploog, A. Scharf, D. Nelson and P. L. Brooks, "use of Computer assisted technologies (cat) to enhance social, communicative, and language development in children with autism spectrum disorders," *Journal of autism and developmental disorders,* vol. 43, no. 2, *pp. 30l-322*, 2013.

[16] F. R. Sousa and H. C. de Castro, "World tour: Towards an adaptive software to support children with autism in tour planning," in *Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2012 IEEE 36th Annual. IEEE, pp. 368*, 2012.

[17] M. Elsabbagh, E. Mercure, K. Hudry, S. Chandler, G. Pasco, I. Charman, A. Pickles, S. Baron-Cohen, P. Bolton and M. H. Johnson, "Infant neural sensitivity to dynamic eye gaze is associated with later emerging autism," *Current Biology,* vol. 22, no. 4, *pp. 338-342*, 2012.

[18] D. L. Christensen, J. Baio, K. Van Naarden Braun, D. Bilder, J. Charles, J. N. Constantiono, J. Daniels, M. S. Durkin, R. T. Ftizgerald, M. Kurzius-Spencer, L.-C. Lee, S. Pettygrove, C. Robinson, E. Schulz, C. Wells, M. S. Wingate, W. Zahorodny and M. Yeargin-AL, "Prevalence and Characteristics of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years," *Surveillance Summaries,* vol. 65, no. 3, *pp. 1-28*, 2016.

[19] I. Haq and A. Le Couteur, "Autism spectrum disorder," *Medicine,* vol. 32, no. 8, *pp. 61-63*, 2004.

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

[21] H. A. Mohd Noor, F. Shahbodin and N. Che Pee, "Serious Game for Autism Children: Review of," *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering,* vol. 6, no. 4, *pp. 554-559*, 2012.

[22] G. S. Dichter, "Functional magnetic resonance imaging of autism spectrumdisorders," *Dialogues Clin. Neurosci,* vol. 14, no. 3, *pp. 319–351*, 2012.

[23] B. Keehn, J. B. Wagner, H. Tager-Flusberg and C. A. Nelson, "Functionalconnectivity in the first year of life in infants at-risk for autism: a preliminarynear-infrared spectroscopy study," *Front. Hum. Neurosci,* vol. 7, *pp. 444*, 2013.

[24] D. Polšek, T. Jagatic, M. Cepanec, P. R. Hof and G. Šimić, "Recent developments inneuropathology of autism spectrum disorders," *Transl. Neurosci,* vol. 2, no. 3, *pp. 256–264*, 2011.

[25] J. L. Rubenstein and M. M. Merzenich, "Model of autism: increased ratio ofexcitation/inhibition in key neural systems," *Genes Brain Behav,* vol. 2, no. 5, *pp. 255–267*, 2003.

[26] S. Aldred, K. M. Moore, M. Fitzgerald and R. H. Waring, "Plasma amino acid levelsin children with autism and their families," *J. Autism Dev. Disord,* vol. 33, no. 1, *pp. 93-97*, 2003.

[27] C. Shimmura, S. Suda, K. J. Tsuchiya, K. Hashimoto, K. Ohno, H. Matsuzaki and et al., "Alteration of plasma glutamate and glutamine levels in children withhigh-functioning autism," *PLoS One,* vol. 6, no. 10, 2011.

[28] R. Pizzarelli and E. Cherubini, "Alterations of GABAergic signaling in autism spectrum disorders," *Neural Plast, pp. 153-297*, 2011.

[29] C. Peterson, "Theory of mind understanding and empathic behavior inchildren with autism spectrum disorders," *Int. J. Dev. Neurosci,* vol. 39, *pp. 16-21*, 2014.

[30] J. M. Moran, L. L. Young, R. Saxe, S. M. Lee, D. O'Young, P. L. mavros and et al., "Impaired theory of mind for moral judgment in high-functioning autism," *Proc.Natl. Acad. Sci. U. S. A,* vol. 108, no. 7, *pp. 2688–2692*, 2011.

[31] M. Mazza, M. C. Pino, M. Mariano, D. Tempesta, M. Ferrera, D. De Berardis and et al., "Affective and cognitive empathy in adolescents with autism spectrumdisorder," *Front. Hum. Neurosci,* vol. 8, *pp. 791, 2014*.

[32] L. A. Pileggi, S. Malcolm-Smith and M. Solms, "Investigating the role of social-affective attachment processes in cradling bias: the absence of cradlingbias in children with autism spectrum disorders," *Laterality,* vol. 20, no. 2, *pp. 154–170*, 2015.

[33] P. G. Enticott, H. A. Kennedy, N. J. Reinhart, B. J. Tonge, J. L. Bradshaw, J. R. Taffe and et al., "Mirror neuron activity associated with social impairments but notage in autism spectrum disorder," *Biol. Psychiatr,* vol. 71, no. 5, *pp. 427–433*, 2012.

[34] G. Rizzolatti and M. Fabbri-Destro, "Mirror neurons: from discovery to autism.Exp," *Brain Res,* vol. 200, no. 3-4, *pp. 223–237*, 2010.

[35] L. Cattaneo, M. Fabbri-Destro, S. Boria, C. Pieraccini, A. Monti, G. Cossu and G. Rizzolatti , "Impairment of actions chains in autism and its possible role in intention understanding," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A,* vol. 104, no. 45, *pp. 17825–17830*, 2007.

[36] K. Lyall, R. J. Schmidt and Hertz-Picciotto, "Maternal lifestyle andenvironmental risk factors for autism spectrum disorders," *Int. J. Epidemiol,* vol. 43, no. 2, *pp. 443–464*, 2014.

[37] P. L. Tran, V. Lehti, K. M. Lampi, H. Helenius, A. Suominen, M. Gissler and et al., "Smoking during pregnancy and risk of autism spectrum disorder in a Finnishnational birth cohort," *Paediatr. Perinat. Epidemiol,* vol. 27, no. 3, *pp. 266–274*, 2013.

[38] M. Eliasen, J. S. Tolstrup, A. M. Nybo Andersen, M. Gronbaek, J. Olsen and K. Strandberg-Larsen, "Prenatal alcohol exposure and autistic spectrumdisorders—a population-based prospective study of 80,552 children and theirmothers," *Int. J. Epidemiol,* vol. 39, no. 4, *pp. 1074–1081*, 2010.

[39] L. A. Coren, J. K. Grether, C. K. Yoshida, R. Odouli and V. Hendrick, "Antidepressant use during pregnancy and childhood autism spectrumdisorders," *Arch. Gen. Psychiatry,* vol. 68, no. 11, *pp. 1104–1112*, 2011.

[40] H. Gardener, D. Spiegelman and S. L. Buka, "Prenatal risk factors for autism:comprehensive meta-analysis," *Br. J. Psychiatry,* vol. 195, no. 1, *pp. 7-14*, 2009.

[41] M. A. Persico and V. Napolioni, "Autism genetics," *Behav. Brain Res,* vol. 251, *pp. 95–112*, 2013.

[42] P. F. Bolton, R. J. Park, J. N. Higgins, P. D. Griffiths and A. Pickles, "Neuro-epilepticdeterminants of autism spectrum disorders in tuberous sclerosis complex," *Brain,* vol. 125, no. pt 6, *pp. 1247–1255*, 2002.

[43] M. Fakhoury, "Autistic spectrum disorders: A review of clinical features, theories and diagnosis," *Int. J. Dev. Neurosci,* 2015.

[44] D. J. Hunter, "Gene-environment interactions in human diseases," *Nat. Rev.Genet,* vol. 6, no. 4, *pp. 287–298*, 2005.

[45] H. E. Volk, T. Kerin, F. Lurmann, I. hertz-Picciotto, R. McConnell and D. B. Campbell, "Autism spectrum disorder: interaction of air pollution with the METreceptor tyrosine kinase gene," *Epidemiology,* vol. 25, no. 1, *pp. 44-47*, 2014.

[46] V. Mazina, J. Gerdts, S. Trinh, K. Ankenman, T. Ward and M. Y. Dennis, "Epigenetics of autism-related impairment: copy number variation andmaternal infection," *J. Dev. Behav. Pediatr,* vol. 36, no. 2, *pp. 61–67*, 2015.

[47] N. Akshoomoff, C. Corsello and H. Schmidt, "The role of the autism diagnosticobservation schedule in the assessment of autism spectrum disorders in schooland community settings," *Calif. School Psychol,* vol. 11, *pp. 7-19*, 2006.

[48] A. S. Weitlauf, K. O. Gotham, A. C. Vehorn and Z. E. Warren, "Brief report: DSM-5levels of support: a comment on discrepant conceptualizations of severity inASD," *J. Autism Dev. Disord,* vol. 44, no. 2, *pp. 471–476*, 2014.

[49] N. M. Kleinhans, T. Richards, L. Steriling, K. C. Stegbauer, R. Mahurin, L. C. Johnson, J. Greenson, G. Dawson and E. Aylward, "Abnormal functional connectivity in autism spectrum disorders during face processing," *Brain,* vol. 131, no. 4, *pp. 1000–1012*, 2008.

[50] A. Senju, V. Southgate, S. White and U. Frith, "Mindblind Eyes: An Absence of Spontaneous Theory of Mind in Asperger Syndrome," *Science,* vol. 325, no. 5942, *pp. 883-885*, 2009.

[51] D. V. Keen, F. D. Reid and D. Arnone, "Autism, ethnicity and maternal immigration," *The British Journal of Psychiatry,* vol. 196, no. 4, *pp. 274–281*, 2010.

[52] M. Prensky, Digital game-based learning, New York: McGraw Hill, 2000.

[53] M. Zyda, "From visual simulation to virtual reality to games," *IEEE,* vol. 38, no. 9, pp. 25-32, 2005.

[54] B. H. Sorensen and B. Meyer, "Serious games in language learning and teaching-a theoretical perspective," in *Proceedings of the 2007 Digital Games research Association Conference. pp. 559-566*, 2007.

[55] S. Egenfeldt-Nielsen, J. H. Smith and S. P. Tosca, "Understanding Video Games: The Essential Introduction," *Routledge,* 2008.

[56] P. Felicia, Digital games in schools: A handbook for teachers, Belgium: European Schoolnet, euN Partnership AiSbl, 2009.

[57] M. Sinanian, "The Ultimate Healthcare Reform Could Be Fun And Games," *Venture Beat,* 2010.

[58] J. Radoff, "Game On: Energize Your Business with Social Media," *Wiley, pp. xxxii.*

[59] A. Elmaghraby, A. Mendez, B. G. Zapirain, W. Sheta and S. el Sheahaby, "Serious games and health informatics: A unified framework," in *The 17th International Conference on Computer Games (CGAMES), pp. 35–38*, 2012.

[60] G. Khayat, T. Mabrouk and A. Elmaghraby, "Intelligent serious games system for children with learning disabilities," in *The 17th International Conference on Computer Games (CGAMES), pp. 30–34*, 2012.

[61] E. Barakova, G. Van Wanrooij, R. Van Limpt and M. Menting, "Using an emergent system concept in designing interactive games for autistic children (Published Conference Proceedings style)," in *International Conference on Interaction Design and Children Proceedings: Creativity and Learning, Aalborg, Denmark, pp. 73-76*, 2007.

[62] S. L. Finkelstein, A. Nickle, L. Harrison, E. A. Suma and T. Barnes, "cMotion: A new game design to teach emotion recognition and programming logic to children using virtual humans," in *Conf. Rec. 2009 IEEE Virtual Reality, pp. 249-250.*, 2009.

[63] A. Z. Hassan, B. T. Zahed, F. T. Zohora, J. M. Moosa, T. Salam, M. M. Rahman, H. S. Ferdous and S. I. Ahmed, "Developing the concept of money by interactive computer games for autistic children," in *Conf. Rec. 2011 IEEE Int. Symposium on Multimedia, pp. 559–564*, 2011.

[64] A. Anwar, M. M. Rahman, S. M. Ferdous, S. A. Anik and S. I. Ahmed, "A computer game based approach for increasing fluency in the speech of the autistic children," in *Conf. Rec. 2011 11th IEEE Int. Conf. on Advanced Learning Technologies, pp. 17-18*, 2011.

[65] M. Frutos, I. Bustos, B. G. Zapirain and A. M. Zoriila, "Computer game to learn and enhance speech problems for children with autism," in *Conf. Rec. 2011 The 16 the International Conference on Computer Games, pp. 209-216*, 2011.

[66] Z. S. de Urturi, A. M. Zorilla and B. G. Zapirain, "serious game based on first aid education for individuals with autism spectrum disorder (ASD) using android mobile devices," in *Conf. Rec. 2011 The 16 the International Conference on Computer Games, pp. 223-227*, 2011.

[67] A. Battocchi, F. Pianesi, P. Venuti and A. B.-S. Eynat Gal, "Collaborative puzzle game: Fostering collaboration in children with autistic spectrum disorder (ASD) and with typical development," in *in Proc. 2009 International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 197-204*, 2009.

[68] M. E. Hoque, J. K. Lane, R. el Kaliouby and M. Goodwin, "Exploring speech therapy games with children on the autism spectrum," in *in Conf. Rec. 2009 10th Annual Conference of the International Speech Communication Association*, 2009.

[69] M. M. Rahman, S. M. Fersous and S. I. Ahmed, "Increasing intelligibility in the speech of the autistic children by an interactive computer game," in *in Conf. Rec. 2010 IEEE Int. Symposium on Multimedia, pp. 383-387*, 2010.

[70] M. Y. Choi and C. Y. Limb, "Interactive therapy system design for children with autistic spectrum disorders," in *Conf. Rec. 2010 International Conference On Kansei Engineering And Emotion Research, pp. 164*, 2010.

[71] Q. Wang, O. Sourina and M. K. Nguyen, "EEG-based serious games design for medical applications," in *Proc. 2010 Int. Conf. on Cyberworlds, pp. 270-276*, 2010.

[72] N. A. Batrolome, A. M. Zorilla and B. G. Zapirain, "Autism Spectrum Disorder children interaction skills measurement using computer games," in *The 18th International Conference on Computer Games*, 2013.

[73] Yi Li and A. S. Elmaghraby, "A Framework for using Games for Behavioral Analysis of Autistic Children," in *The 19th International Conference on Computer Games*, *pp. 1-4* 2014.

[74] P. Massoudi and A. H. Fassihi, "Achieving Dynamic AI Difficulty by Using Reinforcement Learning and Fuzzy Logic Skill Metering," in *2013 IEEE International Games Innovation Conference (IGIC), pp. 163-168*, 2013.

[75] R. S. Sutton and A. G. Barto, Reinforcement learning: an introduction, MIT Press, 1998.

Abstract

Autism spectrum disorder (ASD), is a set of variable features. These features are characterized by anomalies in reciprocal social interactions and perception disorders of communication patterns; and by restricted repetitive interests and activities. These abnormalities are pervasive in all situations, but may vary in degree.

Computer games has positive effects on children with ASD. Serious games had been used to enhance the conversation ability of these children. The term "serious game" refers to a game which have an explicit and carefully, educational goal and are not intended to be played primarily for entertainment.

In the last decade, some serious games had been proposed for educating and therapy of children with ASD. Many tools were utilized by the mentioned games, such as eye tracker devices and robots. These tools are very expansive and unaffordable for the most of the families.

Some of researches used an adaptive behavior. These systems adapt themselves to the situations, skills or mental states of the patient. This behavior would help to ease the game for the patient and increase the therapy effects of the game.

This thesis presents an adapted serious game for rating social ability in children with ASD. The proposed serious game uses reinforcement learning concepts for being adaptive. It is based on fuzzy logic to evaluate the social ability level of the children with ASD. The game adapts itself to the level of the autistic patient by reducing or increasing the challenges in the game via an intelligent agent during the play time. If autistic patient's communication level grows during the playtime, the challenges of game may become harder to make a dynamic procedure for evaluation. At each step or state, using fuzzy logic, the level of the player is estimated based on some attributes such as Health and number of the times that main character had been hit by the enemies. The proposed serious game is tested with taking part of 15 children with ASD. Base on the obtained data, an average vector of their function is created. This vector had a positive 11 degree slope. This slope shows that the proposed method is functional and might be helpful in long term.

Keywords: *adaptive game, reinforcement learning, fuzzy logic, ASD, serious game*

Faculty of Computer Engineering

M.Sc. Thesis in Artificial Intelligence Engineering

An adaptive learning game for autistic children using reinforcement learning and fuzzy logic

Author: **Amir H. Khabbaz**

Supervisor: **Dr. Ali A. Pouyan**

Advisors:

Dr. Mansoor Fateh

Dr. Vahid Abolghasemi

Jan 2018