**کنترل بازی­های رایانه‌ای به کمک ردیابی نقاط نشانگر آناتومیک بدن؛ تجربه‌ی غوطه‌وری واقعی در فضای مجازی**

**یزدان قنواتی1\*، مریم صالحی2، جواد راستی3**

**1- دانشجوی کارشناسی مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان**

y.ghanavati79@gmail.com

**2- دکتری تربیت بدنی - رفتار حرکتی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه** maryam\_salehi288@yahoo.com

**3- استادیار گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان**

rasti@eng.ui.ac.ir

# چکیده

بازی­های رایانه‌ای-حرکتی یکی از شاخه­های جذاب و جدید صنعت سرگرمی هستند که پاسخی بر کم‌تحرکی در جامعه امروزی و کسل‌کننده بودن تمرینات ورزشی به شمار می­روند. در این بازی­ها به جای ابزارهای مرسوم ماوس، صفحه کلید، جوی‌استیک و سایر کنترل‌کننده‌های مرسوم، کنترل بازی به کمک حرکات بدن صورت می­گیرد که فرصتی برای افزایش تحرک و نیز جذاب کردن تمرینات خسته­کننده­ی توانبخشی و ورزشی از طریق ایجاد حس غوطه‌وری در فضای مجازی فراهم می­آورند. در این پژوهش با بهره­گیری از کتابخانه­ی مِدیاپایپ سیستمی طراحی شده تا به‌کمک آن، حرکات بدن تشخیص داده شده و ردیابی شوند تا بر اساس موقعیت و حالت قرارگیری بدن، کنترل نرم­افزارهای مختلف بدون نیاز به سخت­افزارهای مرسوم میسر شود. هدف اصلی این تحقیق، فراهم آوردن بستری برای ترغیب کاربران صنعت سرگرمی به انجام حرکات فیزیکی همزمان با انجام فعالیت­های مرتبط با تکنولوژی­های هوشمند است تا گامی در زمینه بهبود سلامت جامعه به­ خصوص سلامت فیزیکی کاربران برداشته شود. دست­آورد ما در این پژوهش، طراحی سیستمی بر مبنای موقعیت مکانی کاربر جهت کنترل یک بازی ­ویدیویی در سبک رانِر است که کاربر به کمک آن، می­تواند بازی را به جای استفاده از صفحه کلید با حرکات فیزیکی خود کنترل کند که علاوه بر تأثیرگذاری در بهبود وضعیت جسمی و سلامت روانی وی، جذابیت­­های اجرای بازی را نیز افزایش می‌دهد و به وی امکان غوطه‌وری فیزیکی در یک فضای مجازی را ارائه می‌کند.

**کلمات کلیدی:** بازی­های رایانه­ای-حرکتی، تمرینات ورزشی، مدیاپایپ، ردیابی حرکات بدن

# 1-مقدمه

بازی­های ویدیویی به لطف فناوری­های الکترونیکی موجود در قرن حاضر، توسعه بسیار زیادی پیدا کرده­اند و مورد استقبال عموم مردم قرار گرفته­اند [1]. در پی پیشرفت بازی­های ویدیویی، کودکان به عنوان مخاطبان اصلی این سبک از بازی­ها شناحته می­شوند که زمان زیادی را صرف آن کرده و بر عادات زندگی [1] و سلامتی [2] آن­ها تاثیر بسیاری داشته است. علاقه کودکان به این محیط همزمان با پرمشغله­تر شدن سرپرستان خانوار، تبدیل به عاملی شده که کودکان را از همان سن کم دچار نوعی اعتیاد به این سبک از سرگرمی می­کند که در کنار اثرگذاری بر قوای ایده­پردازی و فعال شدن بیشتر بخش‌های شناختی مغز، باعث ایجاد اختلالات روانی و آسیب­های فیزیکی متنوعی نظیر نزدیک­بینی، اضافه­وزن و ناهنجاری­های ستون فقرات آنها می­شود [1, 3-5]. در واقع این سرگرمی­های دیجیتالی به اعتیادی واقعی برای کودکان و نوجوانان تبدیل شده که باعث تداوم رفتارهای کم­تحرک و نشستن بیش از حد در موقعیتی ثابت در آنها می­شود [6]. عدم تحرک بدنی و افزایش ساعات استفاده از این نوع وسایل و عدم جایگزینی آن با فعالیت­های تفریحی یا ورزشی به عنوان یک معضل در کودکان دیده می­شود. پژوهشگرانی مانند جیکس[[1]](#footnote-2) و همکاران [7] اشاره می­کنند که به نظر می­رسد زمان صرف‌شده در مقابل رایانه، تبلت، بازی­های ویدیویی و یا هرگونه دستگاه الکترونیکی، ارتباطی مستقیم با اضافه وزن و چاقی در کودک دارد. به منظور حل به این مشکل، افزایش سطح فعالیت بدنی ضروری می­باشد.

در این راستا، گونزالس-والرو[[2]](#footnote-3) [8] به مزایای ورزش بدنی در سطوح مختلفی اشاره می­کند. از یک طرف در سطح فعالیت بدنی، مشخص شده است که سطوح بالاتر فعالیت بدنی با ترکیب بهتر بدن، تراکم بیشتر استخوان و همچنین حساسیت بالا به انسولین مرتبط است. علاوه بر این، مزایای شناختی نشان می­دهد که تمرین مداوم ورزشی از استرس و اضطراب جلوگیری می­کند و عزت نفس و دامنه توجه را همراه با عملکردهای اجرایی بهبود می­بخشد [9].

در این راستا، فناوری­های جدید می­توانند به عنوان پشتیبان و مکمل به کمک ما درآیند [10]. بازی­های رایانه‌ای-ورزشی[[3]](#footnote-4) یا بازی­های ویدیویی فعال، به عنوان مکملی عالی برای تشویق به فعالیت بدنی با تمرکز بر علایق کودکان با توجه به پویایی بازی­ها و همچنین ایجاد انگیزه و تحریک متفاوت و بهبود سطح فعالیت بدنی در کودک، پیشنهاد می­شوند [11, 12]. این نوع سیستم­ها به تمرکز تکنولوژیکی فعالیت بدنی تبدیل شده‌اند که نیازهای فکری و بدنی کاربران را در لحظه تامین می­کند و آنها را از طریق بازی به بهبود شایستگی فعالیت بدنی ترغیب می­کند [13]. استفاده نکردن از تجهیزات جانبی مانند صفحه کلید، جوی‌استیک و ماوس و جایگزینی آن‌ها با حرکات بدنی به کاربر این امکان را می­دهد که در یک محیط واقعی حرکت کند و آن را در بازی یا واقعیت مجازی شبیه­سازی کند؛ جایی که بازیکنان به جای قرار گرفتن در حالت غیرفعال (نشسته)، از حرکات بدن استفاده می­کنند و فعال و پویا هستند. در بازی­های ورزشی، قرارگیری در ژست­ها و موقعیت­های متفاوت، می­تواند کاربردهای متنوعی در سناریوهای مختلف (اوقات فراغت، توانبخشی، آموزش، تصحیح خطا) برای کاربر داشته باشند و فناوری­های نوظهوری که توسط شرکت­های بزرگی مانند سونی یا مایکروسافت ارائه می­شوند با تفسیر ژست­های مختلف قابل اجرا در جهت طراحی بازی­های هدفمند، برای برآوردن نیازهای کاربران با یکدیگر به رقابت می­پردازند [14]. جنبه­های مثبت و مؤثر مانند انگیزه درونی، علاقه و لذت بردن از یک فعالیت خاص، به عنوان پیش‌بینی‌کننده­های قدرتمند فعالیت بدنی در طول زمان نشان داده می­شوند [15].

با توجه به نیاز به طراحی بازی­های ورزشی فعال و پویا، لزوم ورود متخصصین توسعه‌ی فنی همیشه به‌عنوان نقطه‌ی توقفی در این حوزه به چشم آمده است. در این پژوهش، بستری طراحی می‌شود تا به‌کمک ردیابی نقاط نشانگر آناتومیک بدن که زیر مجموعه­ای از کاربردهای فناوری بینایی ماشین محسوب می­شود [16, 17]، بازی­های رایانه­ای موجود را تحت کنترل قرار دهد. بینایی ماشین مجموعه فناوری‌هایی است که به ماشین توانایی دیدن می‌بخشد و در سال­های اخیر بسیار مورد توجه برنامه‌نویسان و رشته­های روباتیک و فناوری­های نوین قرار گرفته است [4, 17]. این فناوری بر مبنای پردازش تصویر و هوش مصنوعی، توانسته انقلابی در صنایع مختلفی نظیر صنایع نظامی، پزشکی و سرگرمی داشته باشد و از قوی‌ترین تکنیک­های حال حاضر هوشمندسازی به­شمار می­رود. فناوری مورد بررسی در این مقاله، کتابخانه­ی مدیاپایپ[[4]](#footnote-5) نام دارد که سال 2019 توسط شرکت گوگل ارائه شده است [5, 17, 18]. این کتابخانه ابزارهای زیادی برای شناسایی دست، چهره، حالت بدن و حتی قابلیت­هایی نظیر اعمال فیلتر بر چهره، شناسایی اشیاء و ... را دارد که این ویژگی­ها این کتابخانه را به یک پکیج بسیار پرطرفدار و کاربردی تبدیل کرده است [5, 16, 19]. از مهمترین دلایل روی کار آمدن این فناوری، می­توان به سهولت در اجرای آن بر روی پلتفرم­های مختلف رایانه­ای و تلفن­های همراه و پیاده­سازی آن بر روی پردازنده اشاره کرد که کمک می‌کند بر اساس کاربردی که قرار است از آن بهره برده شود، براساس زبان برنامه‌نویسی مدنظر، مناسبترین پردازنده را انتخاب کرد [5, 20]. از دیگر مزایای این کتابخانه، می­توان به پردازش تصویر اسکن‌شده توسط وب‌کم[[5]](#footnote-6) و بازیابی متن نوشتار در صفحه جهت بازیابی متون ازدست‌رفته، شناسایی چهره افراد در محیط­های صنعتی و اداری جهت احراز هویت [19]، تشخیص زبان اشاره بعد از ایجاد یک پایگاه داده مناسب جهت ارتباط راحت آنها در جامعه بدون نیاز به همراه [21] و حتی در زمینه ساخت دست­های رباتیک جهت اجرای عمل­های جراحی از راه دور اشاره کرد [22].

در این مقاله، شیوه‌ی کنترل بازی پرطرفدار Subway Surfers برروی پلتفرم ویندوز مورد بحث قرار گرفته تا قسمتی از توانایی­های این تکنولوژی نمایش داده شود. کنترل این بازی صرفا توسط یک وب‌کم و قطعه کدی که برای هر بازی به صورت اختصاصی طراحی شده انجام می­گیرد که با توجه به قدرت بالای این پکیج، کنترل بازی برای فرد بسیار راحت و جذاب و همچنین اثباتی برای اجرایی شدن و کم‌هزینه بودن این محصول خواهد بود؛ در واقع، تنها یک وب‌کم ساده با کیفیتی متوسط و قطعه کدی که براساس خلاقیت برنامه‌نویس متناسب با بازی مدنظر نوشته می­شود، نیازهای لازم برای اجرای این فناوری می­باشند که از نظر هزینه بسیار به صرفه­تر از کنسول­های سخت‌افزاری گران‌قیمت خواهند بود.

# 2-پیشینه تحقیق

تحقیقات و پروژه­های بسیاری در زمینه شناسایی و ردیابی اندام­های بدن با اهداف متنوعی تاکنون صورت گرفته که برخی از آنها سخت­افزاری و برخی دیگر با بهره­گیری از تکنیک­های متنوع شبکه­های عصبی طراحی شده‌اند.

در سال 2010، شرکت لیپ‌موشن[[6]](#footnote-7) از حسگری جهت جایگزینی کنترل‌کننده ماوس رونمایی کرد که ورودی آن، حرکات دست و انگشتان هستند [23, 24]. از مزایای لیپ‌موشن می­توان به قابلیت کنترل ماوس یا کیبورد و نیز شناسایی هر دو دست به صورت همزمان و عمل کردن آنها در صفحه نمایش اشاره کرد. این حسگر در شناسایی آناتومی دست و انگشتان بی­نظیر است؛ ولی قابلیت­های محدود به حرکات دست است که به همین خاطر در بسیاری از زمینه­های بینایی ماشین، کاربردی ندارد و البته که قیمت 200 دلاری آن با وجود این محدودیت­ها، هرکسی را به خرید آن ترغیب نمی­کند .

در سال 2010 شرکت مایکروسافت پس از معرفی حسگر کینکت[[7]](#footnote-8)، گامی بزرگ در کنترل بازی­های ویدیویی بدون استفاده از کنترلر برداشت. این حسگر در ابتدا به‌خاطر قیمت بالای آن، مختص بودن به کنسول ایکس­باکس[[8]](#footnote-9) و نبودن تنوع در بازی­های قابل ارائه، آن‌چنان که باید مورد استقبال مخاطبانش قرار نگرفت؛ درحالی که این حسگر از قوی­ترین تکنیک­های موجود و ممکن جهت کنترل بازی­های ویدیویی به‌کمک حرکت استفاده کرده بود [24, 25]. این حسگر به‌وسیله­ی یک دوربین مادون قرمز با دو لنز تصاویر را شناسایی می­کند و این قابلیت را به کاربر می­دهد که بدون ارتباط با هیچ کنترل‌کننده سخت­افزاری، کنسول خود را از راه دور و با حرکات دست و بدن کنترل کند. این حسگر علاوه بر ردیابی دست، فیزیک بدن و حتی چهره فرد را نیز شناسایی می­کند و می­تواند گستره­ی عظیمی از بازی­ها را در برگیرد و حس واقعی­تری به کاربر خود بدهد. از مزایای مهم آن شناسایی و ردیابی چندین نفر به صورت همزمان است؛ به‌طوری که اسکلت هر فرد را به 32 نقطه متمایز تقسیم‌بندی می­کند و براساس این نقاط ردیابی صورت می­گیرد. باید در نظر داشت که دقت این حسگر در شناسایی و ردیابی دست قابل مقایسه با حسگر لیپ‌موشن که به طور خاص برای این عضو بدن طراحی شده نیست؛ ولی با این حال به عنوان یک حسگر مخصوص کنسول، توانسته مخاطبان بسیاری را به خود جذب کند و تا به امروز همچنان کاربران متعددی از آن استفاده می­کنند.

در پژوهش تنگ[[9]](#footnote-10) و همکاران، به کمک الگوریتم­های شبکه عصبی و با استفاده از حسگر کینکت، یک سیستم دومقطعی جهت شناسایی وضعیت دست به منظور شناسایی زبان اشاره طراحی شده که به کمک شبکه عصبی کانوولوشنی اطلاعات نقاط مختلف را به‌دست آورده و با استفاده از معماری LTSM حرکات بعدی را پیش­بینی می­کند [26]. به کمک این سیستم، می­توان کنترل نرم­افزار را به‌کمک زبان اشاره در اختیار گرفت.

در پژوهشی دیگر، به‌دلیل محدود بودن دید افقی یک دوربین سیستمی مختص شناسایی اشیاء به کمک شبکه­ای از دوربین­ها پیشنهاد شده است [27]. از این سیستم می­توان در شناسایی افراد استفاده کرد؛ به گونه­ای که شناسایی توسط یک دوربین انجام شده و دیگر دوربین­ها آنرا تایید و ردیابی می­کنند. دوربین­ها به‌طور خودکار با مشاهده حرکت در زاویه دیدشان فرد را تشخیص می­دهند و به کمک زاویه دیدی که از وجود دوربین­ها به‌دست آمده، ردیابی حرکات فرد انجام می­گیرد.

سیستم پیشنهادی در [20]، مختص ردیابی دست به کمک حسگرهای عمقی می­باشد. سرعت حرکت دست بسیار سریع و اندازه انگشتان دست کوچک است و همین موضوع باعث مشکل شدن ردیابی دست می­شود. سیستم پیشنهادی بدون نیاز به کارت گرافیک، دست و مفاصلش را به صورت مستقیم و زنده با نرخ 25 فریم بر ثانیه ردیابی می­کند. در این سیستم دست را با استفاده از تعدادی کره، همراه با یک الگوریتم ترکیبی برای عملکرد بلادرنگ آن به منظور دستیابی به دقت بالاتر، مدل می­کنند.

اسمینچیسسکو[[10]](#footnote-11) و تریگز[[11]](#footnote-12) در [28] سیستمی پیشنهاد کردند که از یک استدلال جنبشی ساده برای چرخش­های جلو و عقب استفاده می­کند که می­تواند در تحقیقات مربوط به پرش مورد استفاده قرار بگیرد. در این مدل از مختصات مختلفی برای نمایش یک مفصل استفاده می­شود. این سیستم به کمک حرکت سینماتیک، فرد را ردیابی می­کند و تار بودن پس­زمینه مانع از این ردیابی نخواهد شد. از کاربردهای مهم این سیستم، می­توان به شناسایی الگوریتم­های حرکتی مانند رقص­های پیچیده و حرکات انفجاری ورزشی اشاره کرد.

در پژوهش ناکاجیما[[12]](#footnote-13) و سایتو[[13]](#footnote-14) [29] یک سیستم تشخیص حرکات یوگا به کمک روش یادگیری عمیق معرفی شده است که بر اساس تصاویر و ویدئوهای از قبل آماده‌شده، حرکات مشابه را تشخیص می‌دهد. این سیستم به افراد کمک می­کند تا بدون نیاز به مربی به این آموزش­های فیزیکی تسلط پیدا کنند.

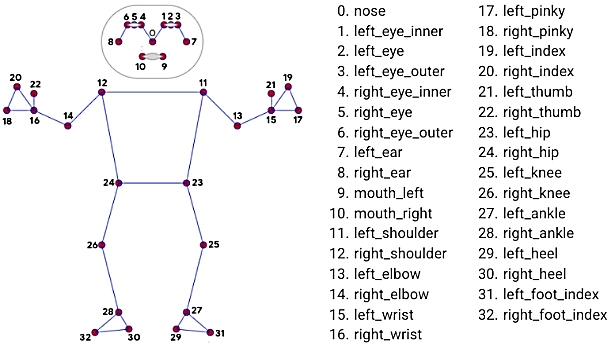
نور[[14]](#footnote-15) و همکاران در [30] به بررسی یک سیستم تشخیص وضعیت چندنفره روباتیک پرداختند. این سیستم شامل یک ماژول تشخیص وضعیت بدن، یک شبکه حسگر بی­سیم و یک فعالیت چندنفره که توسط یک روبات متحرک ضبط و بر روی یک نرم­افزار مانیتور می­شود، می­باشد. این سیستم بر مبنای تعدادی شتاب­سنج طراحی شده که الگوریتم­های ارائه‌شده در آن شامل هفت وضعیت و حالت فیزیکی قرارگیری بدن انسان می­شود. ماژول استفاده‌شده یک تراشه زیگبی[[15]](#footnote-16) می­باشد که برای نظارت همزمان بر چند نفر تعبیه شده است. الگوریتم مورد استفاده از ترکیب تحلیل در حوزه زمان و تبدیل موجک به‌دست آمده که وظیفه ذخیره و اجرای آنها بر عهده میکروکنترلر خواهد بود.

در پژوهش ژیا[[16]](#footnote-17) و آگاروال[[17]](#footnote-18) [31] به کمک دوربین عمق، پس­زمینه­های به‌هم‌ریخته جهت تشخیص بدن به‌وسیله­ی ویدیوهای RGB مدیریت می­شوند. بدن به کمک دوربین عمق شناسایی شده و فعالیت­های آن تشخیص داده می­شود. به کمک الگوریتم DSTIP نویزهای اندازه­گیری هنگام استخراج نقاط مکانی-زمانی خاص به­طور مؤثری حذف می­شوند و فعالیت­های فرد با اهداف متعددی نظیر ارتباط با سیستم­های هوشمند و رفتارشناسی تحت نظارت قرار می­گیرند. این الگوریتم می­تواند به طور مؤثری جهت تشخیص فعالیت­ها بدون وابستگی به ردیابی اسکلت بدن مورد استفاده قرار بگیرد که نشان­دهنده­ی انعطاف­پذیری آن نسبت به مدل­های مشابه است.

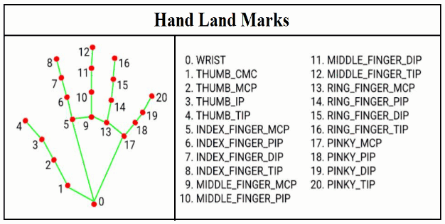
# 3- روش تحقیق

کتابخانه مدیاپایپ به کمک بسته‌ی OpenCV در پایتون [18]، امکان شناسایی و ردیابی حرکات بدن را فراهم می­کند؛ به گونه­ای که فیزیک بدن که به معنای اتصال و قرارگیری مفاصل طبق الگوهای آناتومیکی خاص بدن می­باشد را حول محورهای اصلی آناتومیکی آن به 33 نقطه مجزا تقسیم­بندی کرده (شکل 1-الف) و قابلیت دسترسی به تمامی این نقاط در برنامه را فراهم می­کند تا براساس موقعیت هر نقطه، در تصویری که از وب‌کم دریافت می‌شود، دستورات و شرط­هایی اعمال شده و فرمان­های کنترل بازی اجرا شوند [16-18, 30]. به ­طور دقیق­تر می­توان گفت که بوسیله­ی این نقاط، عمل ردیابی و شناسایی الگوریتم­های قرارگیری مفاصل مختلف بدن به‌وسیله­ی یک دوربین ساده و حتی عکس یا فیلم از پیش ضبط‌شده انجام می­شود [16, 32]. در زمینه تشخیص دست، این بسته نرم‌افزاری دسترسی به 21 نقطه مطابق شکل1-ب را فراهم می‌کند تا به­جای استفاده از کنترل‌کننده سخت­افزاری، بتوان به کمک مختصات این نقاط، کاراکترهای بازی را کنترل کرد [33].

باید این را در نظر داشت که قدرت این کتابخانه تنها در استفاده از یکی از حالت­های تشخیص و شناسایی آن نیست و می­توان تشخیص صورت، دست و فیزیک بدن را به‌صورت همزمان داشت و حرکات و حالات فرد را از هر نظر تحت نظارت قرار داد [34]. تشخیص موقعیت دست، صورت و حالت بدن حاصل پردازش چندین هزار تصویر توسط شرکت گوگل بوده که همین موضوع دقت شناسایی آنرا به این سطح رسانده است؛ اما باید توجه داشت که در کاربردهای دیگر نظیر شناسایی اشیاء یا یک چهره خاص، باید تصاویر مربوط به آن فرد یا جسم مشخص را به‌صورت دستی در حافظه این کتابخانه قرار داد و به نوعی آن را برای استفاده در زمینه مد نظر شخصی­سازی کرد.



**الف**



**ب**

**شکل1) نمایش نقاط نشانگر آناتومیک بدن، تعیین‌شده توسط کتابخانه مدیاپایپ [18]. الف: نقاط نشانگر فیزیک بدن ب: نقاط نشانگر دست و انگشتان.**

**3-1- پروتکل پیاده‌سازی‌شده**

پروتکل کلی در کنترل بازی­ها به کمک این فناوری، به این صورت است که ابتدا قطعه کد نوشته‌شده به زبان پایتون در پس زمینه اجرا می­شود. این قطعه‌کد می­تواند به‌صورت یک اپلیکیشن متناسب با پلتفرمی که قرار است در آن استفاده شود (مانند ویندوز، اندروید، رزبری­پای[[18]](#footnote-19) و نمونه‌های دیگر) باشد. در این قطعه‌کد، به کمک بسته‌ی OpenCV و یک وب‌کم تصویر کاربر به‌دست می­آید (یا از تصاویر و ویدیوهای از پیش ‌ضبط‌شده برای تست استفاده می‌شود). در نهایت براساس حرکاتی که از قبل در کد تعیین شده است، کاربر شروع به حرکت می­کند و حرکات وی توسط وب‌کم دریافت می­شوند. پس از دریافت این حرکات در قالب فریم، ابتدا ورودی از فرمت BGR که فرمت خروجی تصاویر وب‌کم است به فرمت RGB تبدیل شده و به کمک کلاس مخصوص شناسایی حرکات بدن، پردازش شده و نقاط کلیدی موجود در تصویر به‌دست می­آید [16, 17, 19]. براساس خروجی این پردازش و به کمک بسته Pynput، معادل سخت­افزاری آن حرکت که می­تواند کلیدی برروی صفحه کلید یا کنترل‌کننده ماوس باشد و توسط برنامه‌نویس انتخاب می‌شود، اعمال شده و نرم­افزار تحت کنترل کاربر قرار خواهد گرفت [35].

3-2- آزمودن قابلیت‌ها روی یک بازی واقعی

در این تحقیق برای آزمودن قابلیت‌های روش توسعه‌داده‌شده، بازی Subway Surfers از سبک رانر[[19]](#footnote-20) انتخاب شده و نحوه اجرای آن به این صورت است که شخصیت بازی باید از موانع موجود در مسیرش عبور کند و با جمع کردن هرچه بیشتر امتیازات موجود در صحنه، رکورد خود را ارتقا بخشد تا قابلیت­های جدیدی به‌دست آورد. شخصیت بازی باید قابلیت پریدن، غلت زدن[[20]](#footnote-21) و حرکت به چپ و راست را داشته باشد که هر چهار حرکت گفته‌شده در نسخه‌ی تحت وب توسط چهار کلید جهت­دار قابل دسترسی خواهند بود. شکل 2 صحنه‌هایی از این بازی را نشان می‌دهد.

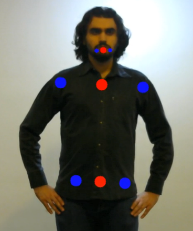
هدف این پروژه، کنترل این بازی به کمک حرکات بدن می­باشد. برای این کار خروجی وب‌کم در ابعاد مدنظر (در این پروژه480×640) تنظیم شده و سپس خروجی وب‌کم به چندین بخش متمایز تقسیم­بندی می‌شود. الگوریتم توسعه‌داده‌شده با تشخیص دادن فرد در هرکدام از این مناطق، فشرده شدن کلیدی را متناسب با مکانی که کاربر در آن حضور دارد شبیه‌سازی می‌کند. با این روش و بدون نیاز به صفحه کلید یا دسته­های کنترلی، این بازی بر اساس حرکات بدن کاربر کنترل خواهد شد.



**شکل 2) صحنه‌هایی از بازی Subway Surfer**

یکی از نکات جذاب این پروژه، نمایش قابلیت ردیابی موقعیت و حالت بدن توسط کتابخانه مدیاپایپ و حس غوطه‌وری کاربر در بازی و ایجاد حس حضور واقعی در این محیط مجازی بود که این موضوع خود عاملی بر تخلیه بیشتر انرژی و لذت بردن بیشتر از زمانی که کاربر به انجام این بازی اختصاص می­دهد خواهد بود. سبک بازی انتخاب‌شده به گونه­ای است که سرعت بازی به‌صورت خودکار افزایش می­یابد و این موضوع فرد را وادار به بالا بردن سرعت واکنش­های خود نسبت به موانع می­کند که با گذشت زمان، باعث می­شود تا فرد در محیط بازی غرق شده و حرکت­های ورزشی خود را در قالب سرگرمی می‌ببیند؛ درحالی­که در پشت پرده، هدف اجرای فعالیت­های فیزیکی جهت درمان­های توانبخشی و ورزشی بوده است.

همانگونه که پیشتر ذکر شد، کتابخانه­ی مدیاپایپ فیزیک بدن را به 33 نقطه متمایز تقسیم می­کند که نقاط صفر تا 22 مختص بالاتنه و 23 تا 32 مربوط به پایین‌تنه فرد (شکل 3 - الف) هستند [34]. هرکدام از این نقاط دارای مختصات منحصربه‌فرد سه‌بعدی در سه راستای افقی، عمودی و عمق هستند. در این پروژه به کمک بسته‌ی Pose Solutions، حرکات بدن ردیابی شده و متناظر با هرکدام از چهار کلید جهت‌دار، یک حرکت خاص در نظر گرفته می‌شود [18, 34]. فرد با قرار گرفتن در موقعیت مناسب، باعث می‌شود کلید متناسب با آن موقعیت بدون فشردن آن بر روی صفحه کلید در بازی عمل کند و به این صورت، کنترل حرکتی بازی میسر خواهد شد [35].

**الف ب**

**شکل 3) نمایش الگوی قرارگیری نقاط­کلیدی و اتصالات این نقاط برروی تصویر نمونه. الف) محورهای اصلی و نقاط کلیدی نمایانگر آناتومی بدن. ب) نقاط کلیدی تعیین شده جهت کنترل بازی.**

برای حرکت به چپ و راست و در واقع فشردن کلیدهای چپ و راست جهت‌دار صفحه کلید، نقطه­ی وسط بین دو شانه که با شماره­های 11 و 12 در این کتابخانه تعریف شده­اند، به عنوان نقطه مرجع فرض شده و با ورود این نقطه از بدن به محوطه­های چپ و راست در صفحه خروجی وب‌کم، کلید متناظر با آنها بر روی صفحه کلید به صورت مجازی فشرده خواهد شد. نقطه مرجع در پرش به سمت بالا، نقطه­ای بین نقاط نشان­دهنده­ی دهان که با شماره­های 9 و 10 مشخص شده­اند انتخاب شده است. دلیل این انتخاب، بالاتر بودن این نقطه نسبت به مرجع قبلی و اطمینان از قرار گرفتن آن در بخش بالایی تصویر خروجی، در هنگام پرش بوده است. در نهایت برای غلت زدن، باید نقطه­ای پایین‌تر از مرجع بین دو شانه انتخاب شود تا به­طور قطع هنگام پایین آمدن کاربر، در منطقه پایینی از صفحه خروجی وب‌کم قرار بگیرند؛ به این منظور، مرجع پایین رفتن بین دو نقطه نشانگر نشیمنگاه راست و چپ که با شماره­های 23 و 24 مشخص شده­اند انتخاب شده تا کاربر برای قرارگیری در آن ناحیه، نیازی به نشستن کامل نداشته باشد و نشستن کامل عاملی بر بی­میلی کاربر در استفاده از این تکنیک نشود (شکل 3 - ب). تصاویر شکل 4 بخش‌هایی از این تجربه را نشان می‌دهد ([لینک مشاهده ویدیو(+)](https://drive.google.com/file/d/1xy3QDE0lLx1upfoZ9oDpT1CBm-GjxPav/view?usp=sharing)).

**الف ب**

**شکل 4) تجربه‌ی نسخه‌ی وب بازی Subway Surfers. الف) حرکت به چپ ب) غلت زدن**

# 4- بحث و نتیجه­گیری

در این تحقیق، بستری به کمک کتابخانه‌ی مدیاپایپ پایتون پیشنهاد شد که می‌تواند برای کنترل حرکتی انواع بازی‌های رایانه‌ای مرسوم مورد استفاده قرار گیرد و یک تجربه‌ی غوطه‌وری فیزیکی در یک فضای مجازی را برای کاربر به همراه داشته باشد.

استفاده از بازی­های ویدیویی فعال، عنصری نوآورانه برای تشویق به انجام فعالیت­های بدنی در سنین مختلف است. زمانی که کودکان با فعالیت­های ورزشی مکرر در قالب بازی‌های رایانه‌ای – حرکتی خو بگیرند، به گزینه‌ی برتری نسبت به بازی­هایی که صرفاً با تبلت، گوشی­های همراه و به کمک صفحه‌کلید و ماوس انجام می­شوند، دسترسی پیدا می‌کنند که ترویج سبک زندگی سالم، مبارزه با کم‌تحرکی و چاقی، دیابت، کلسترول یا مشکلات قلبی عروقی را در پی دارد.

این پروژه و نمونه‌هایی از این دست می­توانند کمک بزرگی برای گروه­های سنی بزرگسالان و افرادی که در اواخر دوران میان­سالی خود به سر می­برند نیز باشند. این افراد به مقتضای سنی که دارند، به مرور زمان دچار مشکلات حافظه و فراموشی می­شوند که در صورت بی­توجهی نسبت به این موضوع، ممکن است منجر به بیماری­هایی همچون دیمانس و آلزایمر و همچنین ضعف­های گوناگون حرکتی که به دلایل متعددی همچون ورزش نکردن و کوتاه بودن دامنه حرکتی آنها در محیط­های کاری به دست می­آید شوند؛ اما در بازی­هایی که مانند سبک ارائه‌شده در این تحقیق به‌صورت حرکتی کنترل شوند [36, 37] ، می­توان این دسته از مخاطبان افراد را با تکیه بر سادگی فرآیند و بی­نیازی از کنترل‌کننده‌های سخت­افزاری که به­صورت پیش­فرض یک ذهنیت منفی و پیچیده در این گروه سنی دارند را به این زمینه جذب کرد تا علاوه­ بر گذراندن اوقاتی خوش و ایجاد حس واقعی حضورشان در محیط­های سرگرمی، با تسلط پیدا کردن به این سبک، حافظه و قدرت تصمیم­گیری خود را تقویت کنند و نه ­تنها از انواع بیماری­های فراموشی و مرتبط با حافظه پیشگیری کنند [38]، بلکه پس از مدتی به‌دلیل تحرکات بدنی ناشی از اجرای این بازی­ها، سلامت جسمی‌شان را نیز بهبود بخشند و از پیری زودرس جلوگیری کنند [39].

از طرف دیگر باید این موضوع را نیز در نظر گرفت که بسیاری از افراد به دلیل ناتوانی­های حرکتی، چاقی بیش از حد، داشتن نشانه­های نامطلوب بدنی مانند سوختگی در چهره و مانند آن، ممکن است از حضور در مراکز ورزشی عمومی خودداری کنند و اعتماد به­ نفس لازم برای گذراندن اوقات خود در جامعه را نداشته باشند و یا قادر به پرداخت هزینه­های بالای باشگاه­های ورزشی و مراکز فیزیوتراپی جهت درمان ناتوانی­های حرکتی نباشند. بازی­های رایانه‌ای - حرکتی می­توانند جایگزین مناسبی برای چنین افرادی باشند که با هزینه مناسب و در دسترس بودن، به نیاز خود در راستای انجام فعالیت­های فیزیکی و درمانی-حرکتی، پاسخ مثبت دهند.

# 5-مراجع

1. Gentile, D.A., *The multiple dimensions of video game effects.* Child development perspectives, 2011. **5**(2): p. 75-81.

2. Ramírez-Granizo, I.A., et al., *The Effect of Physical Activity and the Use of Active Video Games: Exergames in Children and Adolescents: A Systematic Review.* International journal of environmental research and public health, 2020. **17**(12): p. 4243.

3. Torres, A.C.S., *Cognitive effects of video games on old people.* 2011.

4. Hadfield, S., *Computer Vision for the Games Industry.* 2010.

5. Ohri, A., S. Agrawal, and G.S. Chaudhary, *On-device Realtime Pose Estimation & Correction.*

6. Acier, D. and L. Kern, *Problematic internet use: Perceptions of addiction and chronic diseases in the United States.* J. Pub. Health, 2009. **31**: p. 496-505.

7. Jakes, R., et al., *Television viewing and low participation in vigorous recreation are independently associated with obesity and markers of cardiovascular disease risk: EPIC-Norfolk population-based study.* European journal of clinical nutrition, 2003. **57**(9): p. 1089-1096.

8. González-Valero, G., F. Zurita-Ortega, and A. Martínez-Martínez, *Motivational and physical activity panorama in students: A systematic review.* ESHPA, 2017. **1**: p. 41-58.

9. Donnelly, J.E., et al., *Physical activity and academic achievement across the curriculum: Results from a 3-year cluster-randomized trial.* Preventive medicine, 2017. **99**: p. 140-145.

10. Sánchez-Zafra, M., et al., *NIVELES DE AUTOCONCEPTO Y SU RELACIÓN CON EL USO DE VIDEOJUEGOS EN ESCOLARES DE TERCER CICLO DE PRIMARIA.* Journal of Sport & Health Research, 2019. **11**(1).

11. Muñoz, J.E., J.F. Villada, and J.C. Giraldo Trujillo, *Exergames: a technological tool for the physical activity Abstract.* Revista Médica de Risaralda, 2013. **19**(2): p. 126-130.

12. Fogel, V.A., et al., *The effects of exergaming on physical activity among inactive children in a physical education classroom.* Journal of applied behavior analysis, 2010. **43**(4): p. 591-600.

13. Sanchez-Zafra, M., et al., *Analysis of the relationship between the use of video games and the practice of physical activity.* Sportis-Scientific Technical Journal of School Sport Physical Education and Psychomotricity, 2019. **5**(1): p. 118-132.

14. Ramírez-Granizo, I., et al., *Analysis of the motivational climate towards sport and the problematic use of video games in schoolchildren in Granada.* RETOS-Neuvas Tendencias en Educacion Fisica, Deporte y Recreacion, 2019(35): p. 255-260.

15. Castro-Sánchez, M., et al., *Importancia de los exergames en la educación Físico-Deportiva. Importance of exergames in sport and physical education.* FRANCES: Revista de Transmisión del conocimiento Educativo y de la Salud, 2015. **7**(5): p. 657-676.

16. Bazarevsky, V., et al., *BlazePose: On-device Real-time Body Pose tracking.* arXiv preprint arXiv:2006.10204, 2020.

17. Josyula, R. and S. Ostadabbas, *A Review on Human Pose Estimation.* arXiv preprint arXiv:2110.06877, 2021.

18. microsoft, g. *Mediapipe Solutions*. [cited 2021 12/25/2021]; Available from: <https://google.github.io/mediapipe/solutions/solutions.html>.

19. Zhu, X. and D. Ramanan. *Face detection, pose estimation, and landmark localization in the wild*. in *2012 IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2012. IEEE.

20. Qian, C., et al. *Realtime and robust hand tracking from depth*. in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2014.

21. COSTA, A. and U. EDU, *ASLScribe: Real-Time American Sign Language Alphabet Image Classification Using MediaPipe Hands and Artificial Neural Networks.*

22. Rathika, P., et al., *Gesture Based Robot Arm Control.* NVEO-NATURAL VOLATILES & ESSENTIAL OILS Journal| NVEO, 2021: p. 3133-3143.

23. Lu, W., Z. Tong, and J. Chu, *Dynamic hand gesture recognition with leap motion controller.* IEEE Signal Processing Letters, 2016. **23**(9): p. 1188-1192.

24. Marin, G., F. Dominio, and P. Zanuttigh. *Hand gesture recognition with leap motion and kinect devices*. in *2014 IEEE International conference on image processing (ICIP)*. 2014. IEEE.

25. *Azure Kinect body tracking joints*. 2021 [cited 2021 12/25/2021]; Available from: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/kinect-dk/body-joints>.

26. Tang, A., et al., *A real-time hand posture recognition system using deep neural networks.* ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), 2015. **6**(2): p. 1-23.

27. Cai, Z., et al., *Multiple human tracking based on distributed collaborative cameras.* Multimedia Tools and Applications, 2017. **76**(2): p. 1941-1957.

28. Sminchisescu, C. and B. Triggs. *Kinematic jump processes for monocular 3D human tracking*. in *2003 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings.* 2003. IEEE.

29. Nakajima, Y. and H. Saito, *Robust camera pose estimation by viewpoint classification using deep learning.* Computational Visual Media, 2017. **3**(2): p. 189-198.

30. Nour, M., et al., *Real-time detection and motivation of eating activity in elderly people with dementia using Pose Estimation with TensorFlow and OpenCV.*

31. Xia, L. and J. Aggarwal. *Spatio-temporal depth cuboid similarity feature for activity recognition using depth camera*. in *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2013.

32. Mori, G., et al. *Recovering human body configurations: Combining segmentation and recognition*. in *Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004. CVPR 2004.* 2004. IEEE.

33. Zhang, V.B.a.F. *On-Device, Real-Time Hand Tracking with MediaPipe*. 2019 [cited 2021 12/25/2021]; Available from: <https://ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html>.

34. Bazarevsky, I.G.a.V. *MediaPipe Holistic — Simultaneous Face, Hand and Pose Prediction, on Device*. 2020 [cited 2021 12/25/2021]; Available from: <https://ai.googleblog.com/2020/12/mediapipe-holistic-simultaneous-face.html>.

35. Palmér, M. *Handling the keyboard*. 2015 [cited 2021 12/25/2021]; Available from: <https://pynput.readthedocs.io/en/latest/keyboard.html>.

36. Taylor, L.M., et al., *Active video games for improving physical performance measures in older people: a meta-analysis.* Journal of geriatric physical therapy (2001), 2018. **41**(2): p. 108.

37. Peng, W., J.C. Crouse, and J.-H. Lin, *Using active video games for physical activity promotion: a systematic review of the current state of research.* Health education & behavior, 2013. **40**(2): p. 171-192.

38. Wilson, R.S., et al., *Relation of cognitive activity to risk of developing Alzheimer disease.* Neurology, 2007. **69**(20): p. 1911-1920.

39. Taylor, L.M., et al., *Active Video Games for Improving Physical Performance Measures in Older People: A Meta-analysis.* Journal of geriatric physical therapy (2001), 2018. **41**(2): p. 108-123.

1. Jakes [↑](#footnote-ref-2)
2. González-Valero [↑](#footnote-ref-3)
3. Exergames [↑](#footnote-ref-4)
4. Mediapipe [↑](#footnote-ref-5)
5. Webcam [↑](#footnote-ref-6)
6. Leap Motion [↑](#footnote-ref-7)
7. Kinect [↑](#footnote-ref-8)
8. Xbox [↑](#footnote-ref-9)
9. Tang [↑](#footnote-ref-10)
10. Sminchisescu [↑](#footnote-ref-11)
11. Triggs [↑](#footnote-ref-12)
12. Nakajima [↑](#footnote-ref-13)
13. Saito [↑](#footnote-ref-14)
14. Nour [↑](#footnote-ref-15)
15. ZIGBEE [↑](#footnote-ref-16)
16. Xia [↑](#footnote-ref-17)
17. Aggarval [↑](#footnote-ref-18)
18. RasberryPie [↑](#footnote-ref-19)
19. Runner [↑](#footnote-ref-20)
20. Rolling [↑](#footnote-ref-21)