ششمین کنفرانس بین‌المللی
«بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها»
۳۰ بهمن و ۱ اسفند ۱۳۹۹ – دانشگاه اصفهان

نگاشت حرکات موزون به تصاویر انتزاعی و هنری توسط سیستم ضبط حرکات

فاطمه زهرا دستوری[1]*، فاطمه موسوی زگلوجه[2]، سمیه سلطانی[3]، یونس سخاوت[4]

۱- **دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
fa.dastouri@tabriziau.ac.ir

۲- **دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
fa.mousavi@tabriziau.ac.ir

۳- **دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
so.soltani@tabriziau.ac.ir

۴- **عضو هیئت‌علمی دانشکده چندرسانه‌ای، دانشگاه هنر اسلامی تبریز**
sekhavat@tabriziau.ac.ir

چکیده

دنیای دیجیتال و فناوری تأثیر بسزایی در پیشرفت هنر داشته است. تا جایی که باعث دگرگونی فعالیت‌های بسیاری ازجمله هنر نقاشی، موسیقی و سایر هنرها شده است که با نام‌های نقاشی دیجیتال[1]، هنر اینترنت، واقعیت مجازی و این قبیل اسامی نام‌برده می‌شوند. از طریق انواع حسگرها و دستگاه‌ها ضبط، مستندسازی و ذخیره محتوای میراث‌فرهنگی ناملموس، در حجم و کیفیت بالایی فعال شده است. در این مقاله سعی شده است با معرفی سیستمی، زیبایی بصری تصاویر انتزاعی حاصل از تعقیب الگوی حرکتی اعضای بدن در حرکات موزون (رقص) با استفاده از سیستم ضبط حرکت[2] بررسی شود. تصویر خروجی این سیستم می‌تواند بعد پنهانی از فرهنگ هر جامعه را آشکار سازد و انگیزه لازم برای آموزش و فراگیری حرکات موزون مربوط به هر منطقه و راهکاری برای درمان اختلالات حرکتی و شناختی را فراهم آورد. همچنین در بعد هنری می‌تواند زمینه ایده یابی برای تصویرسازی‌های خلاقانه‌تر از فضاها و اشخاص ایجاد کند. پس از بررسی تصاویر خروجی، نتایج حاکی از این بود که تصاویر انتزاعی حاصل در ابعاد و جنبه‌های مختلف دارای زیبایی بصری منحصر به خود هستند و با تغییر زاویه نگاه از یک رویداد واحد، برداشت‌های متفاوتی حاصل می‌گردد.

کلمات کلیدی: ضبط حرکات، رقص، نقاشی دیجیتالی

۱–مقدمه

[1] Digital painting
[2] Motion Capture

از زمان آغاز بشریت، مردم در حال تلاش برای ثبت و به اشتراک‌گذاری آنچه مشاهده نموده‌اند با دیگران هستند. ما امروزه با دنیایی شگفت‌انگیز و جدید سروکار داریم که به آن دنیای دیجیتال می‌گویند و به نظر می‌رسد این دنیای دیجیتال همهٔ چیزهایی را که هنر واقعاً به آن‌ها نیاز دارد در خود جای‌داده است. نقاشی دیجیتالی روشی برای ایجاد یک اثر هنری به‌صورت دیجیتالی و از روش‌های ساخت هنر دیجیتالی توسط رایانه است. امروزه صنعت سرگرمی به‌عنوان نیروی محرکه فناوری جدید محاسباتی شناخته می‌شود. تلاش‌های علمی و مهندسی از واقعیت مجازی و افزوده بهره‌مند می‌شوند اما کشش واقعی بازار از برنامه‌های سرگرمی ناشی می‌شود. سیستم عامل‌های جدید برای هنر دیجیتال به ابزارهای جدیدی برای کمک به هنرمندان دیجیتال در ایجاد محیط‌های غوطه‌وری نیاز دارند [1]. رقص به عنوان یک میراث‌فرهنگی ناملموس به طور مستقیم با فرهنگ و هویت محلی مردم در ارتباط است و به عنوان یک فعالیت محبوب و لذت‌بخش در بین مردم شناخته شده است. خلاصه‌سازی سکانس های رقص موضوعی بسیار چالش‌برانگیز و تأثیرگذار در زمینه حفظ و نگهداری هوشمند میراث‌فرهنگی ناملموس است. باتوجه‌به پیشرفت های اخیر فناوری ازجمله برنامه های کاربردی، حسگرها، ذخیره‌سازی و فناوری‌های ضبط حرکت و به‌طورکلی چشم‌انداز و امکانات عظیم در ضبط، مستندسازی و ذخیره محتوای ناملموس را تغییر داده است. اکنون این محتوای ناملموس می تواند با حجم و کیفیت بیشتری نسبت به گذشته تولید شود. داده های چندمنظوره عظیم و با کیفیت بالا مانند متن، تصویر، ویدئو، مدل های سه‌بعدی و پیکرنما به‌عنوان میراث‌فرهنگی ناملموس پیوسته در دسترس هستند. برای استفاده از این داده ها، باید متناسب با فناوری‌های هنری پیشرفته، موارد جدیدی را در زمینه هوش مصنوعی، دید رایانه ای و پردازش تصویر ایجاد کرد [2] [3] [4].

در این کار تحقیقاتی سعی بر این است حرکات موزون افراد به کمک سیستم ضبط حرکت ضبط شده و تبدیل به یک تصویر هنری شود. درواقع هدف از این کار خلق یک اثر هنری از داده‌های ضبط شده رقص افراد می‌باشد. در این پژوهش سیستمی ارائه می‌گردد که از طریق آن حرکات موزون افراد با استفاده از سیستم ضبط حرکت ضبط و تبدیل به یک تصویر انتزاعی می‌شود و امکان بررسی آن به‌عنوان یک اثر هنری فراهم می‌گردد.

۲–پیشینه تحقیق

رقص به‌عنوان بخشی از فرهنگ در تاریخ اولیه بشر ثبت شده است. در این روزها باتوجه‌به رشد فناوری‌های واقعیت مجازی، مردم علاقه‌مندند آن را در محیط‌های مجازی گسترش دهند [5].

در [4]با بهره‌گیری از فناوری ضبط حرکت و اصول مدل‌سازی مبتنی بر فیزیک، دو رویکرد را طراحی، اجرا و اعتبارسنجی شده است: یک روش مبتنی بر خوشه‌بندی برای انتخاب مبانی اولیه یک رقص و یک روش مبتنی بر حرکت‌شناسی که خلاصه‌های معنی داری را در سطوح سلسله مراتبی دانه‌بندی تولید می‌کند. در [3]داخل اتاقی مجهز به سیستم آموزشی، حرکت دانش‌آموز در زمان واقعی در حالی که یک شخصیت مجازی به عنوان نماینده او در کلاس مجازی به حرکت در می آید ضبط شده و یک معلم مجازی نیز حرکات مختلف را به دانش آموز نشان می دهد. سیستم پس از تجزیه و تحلیل حرکات دانش آموز فوراً به او بازخورد می دهد. معلم مجازی می تواند به اشتباهات دانش‌آموز اشاره کرده و به او پیشنهاد کند تا در انجام حرکات خاص با تمرکز روی اندام ها آن ها را بهبود ببخشد. این سیستم قادر است شباهت بین دو حرکت را ارزیابی کند. نتایج نشان داده است که یادگیری در گروه آزمایشی که از این سیستم استفاده می کنند، از یادگیری در گروه کنترل که فقط فیلم های نمایشی را تماشا می کردند، بهتر است. ارزیابی افراد نشانگراین است که سیستم طراحی شده از نظر دانش آموزان جالب بوده و باعث تحریک یادگیری آنها شده است. در [6] هدف طراحی یک تجربه یادگیری مبتنی

برعلاقه برای درگیر کردن رقصندگان با مفاهیم ریاضیات و علوم داده بوده است. تولید، تجزیه و تحلیل داده ها از حرکت خود رقص و از طریق ضبط حرکت و صدا، زبان آموزان را قادر می سازد تا بین تجربیات تجسم یافته و مفاهیم انتزاعی جدید تشبیهاتی ایجاد کنند. شناخت تجسمی خطی به کسب دانش جدید و درک مفید علم داده کمک می کند و باعث ایجاد انگیزه در یادگیری می شود. طراحی برای ایجاد رابطه متقابل بین دانش دو دانشجو انجام شده است. در حوزه علم داده، به دنبال تحقیق درباره مسیر حرکت رقص هستند. از چارچوب استدلال آماری گارفیلد به عنوان نقطه شروع و تمرکز بر سه عنصر استفاده کرده اند: استدلال در مورد داده ها، استدلال در مورد نمایش داده ها و استدلال در مورد اقدامات آماری. برای استدلال در مورد داده ها واحد تجزیه و تحلیل را در نظر گرفته¬اند که در رقص می تواند از یک رقصنده یا گروه گرفته تا یک حرکت، قسمت یا رقص باشد. عملیاتی سازی متغیر که مربوط به کدام یک از اقدامات حرکت است و چگونه می توان آن ها را تعریف کرد و اندازه‌گیری سروصدا که مربوط به داده های ناقص تولید شده توسط فناوری ضبط حرکت است. کانون های استدلال در مورد نمایش داده ها که شامل انواع مختلفی از طرح ها از ویژگی های انسان مجازی و ویژگی های صوتی رقص می باشد را مصورسازی می کند.

در [2] یک مطالعه مقایسه‌ای از اطلاعات نمونه‌برداری و طبقه‌بندی شده با استفاده از حسگرهای Kinect برای شناسایی ژست تعداد شش رقص محلی بر اساس داده‌های ضبط حرکت انجام داده اند. در این روش داده های اسکلت بدن افراد به عنوان ورودی طبقه‌بندی شده و فرایند استخراج شامل تفریق بین فریم‌های پی‌درپی و تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی درجهت کاهش ابعاد انجام شده است. برای بررسی الگوهای رقص، به تغییرات زمانی و ساختار بدن افراد اشاره شده و تغییرات زمانی بر سرعت حرکت تأثیر گذاشته که بعلت سرعت موسیقی و واریانس خود رقاص بوده است. همچنین به دلیل اینکه ساختار بدن نیز در افراد مختلف متفاوت است، موقعیت مفاصل با وجود رقص یکسان، فضای متفاوتی را طی کرده است. علاوه بر اینها ذهنیت رقصنده نیز جلوه ای شخصی به اجرا بخشیده است.

در [7]حرکات رقص ده نفر شرکت کننده که در رقص محلی اسلواکی مهارت داشتند توسط سیستم ضبط حرکت ضبط و به‌منظور یادگیری و آموزش این رقص استفاده شده است. خروجی سه‌بعدی این سیستم کمک بسیار زیادی در جهت یادگیری این رقص داشته است. اما از طرفی در این روش به دلیل محدودیت زمانی و همچنین به دلیل تفاوت در شکل بدن افراد مقایسه دقیق حرکات رقص کار دشواری می‌باشد. در [8]هدف از پژوهش ارائه سیستمی که به‌طور علمی و منطقی اقدام به ضبط حرکات انسانی بر اساس رقص‌های محلی بود. این سیستم روشی مؤثر در حفظ و نگهداری رقص‌های محلی که از میراث فرهنگی جوامع است می‌باشد. در [9] مقایسه تأثیرگذاری بین آموزش و یادگیری رقص آذری بین دو روش سنتی و مجازی انجام یافته است. در این روش هم از سیستم ضبط حرکت در روش مجازی استفاده شده است به این صورت که حرکات مربی ضبط شده و یادگیرنده با تماشای حرکات مربی در یک فضای سه‌بعدی آموزش می‌بینند. نتایج حاصل از این مقایسه نشان دهنده این بوده که یادگیری و آموزش در روش مجازی بهتر و کاراتر از روش سنتی عمل کرده است.

در [10] بر روی چگونگی ثبت و جمع‌آوری داده‌های حرکتی توسط سیستم ضبط حرکت کار شده است. روش‌هایی جهت بهبود پروسه ثبت داده‌ها، راه‌حل‌هایی جهت رفع خطاهای احتمالی و نحوه صحیح کار با دستگاه ارائه شده است. همه این فرآیندها با تکیه بر حرکات موزون رقص آذری انجام شده است.

در پژوهش [11]حرکات موزون انسانی که به‌طور خلاقانه و ناشی از یک موسیقی و داستان سنتی بوده است توسط سیستم ضبط حرکت ضبط شده و خروجی حاصل به‌صورت یک نقاشی دیجیتالی می‌باشد. در این پژوهش فرآیند Motion Paint به

صورت خلاقانه ایجاد و بکار برده شده است. در [12]که برنارد و همکارانش ارائه دادند حرکات رقص با استفاده از سیتم ضبط حرکت جهت بررسی شناسائی ژست رقص استفاده شده است..

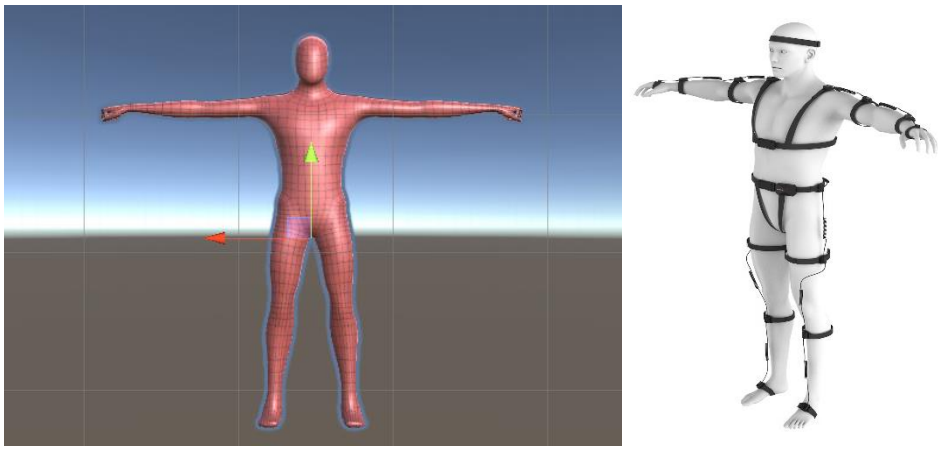
۳– سیستم پیشنهادی

این پژوهش به‌منظور تبدیل حرکات موزون و منظّم انسانی به یک تصویر هنری انتزاعی و تجسمی با استفاده از داده‌های سیستم ضبط حرکات صورت‌گرفته است تا میزان زیبایی بصری تصاویر حاصل مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور سیستمی طراحی شده است که با دریافت و استفاده از داده‌های آمادهٔ سیستم ضبط حرکات MoCap، و پیاده‌سازی آنها روی مدل آواتار انسانی، حرکات اعضاء مختلفی از این آواتار که توسط کاربر انتخاب می‌شوند دنبال شده، خطوطی که الگوی حرکتی اعضا را مشخص می‌کنند رسم و در پایان حرکت، ساختاری سه‌بعدی از این خطوط حاصل می‌گردد که با تغییر زاویه دوربین و فشردن دکمه نتیجه، خروجی به‌صورت نقشی دیجیتالی ذخیره می‌شود.

تصویر خروجی این سیستم می‌تواند بعد پنهانی از فرهنگ هر جامعه را آشکار سازد و انگیزه لازم برای آموزش و فراگیری حرکات موزون مربوط به هر منطقه و راهکاری برای درمان اختلالات حرکتی و شناختی را فراهم آورد. همچنین در بعد هنری می‌تواند زمینه ایده یابی برای تصویرسازی‌های خلاقانه‌تر از فضاها و اشخاص ایجاد کند.

۱–۳–طراحی و پیاده‌سازی

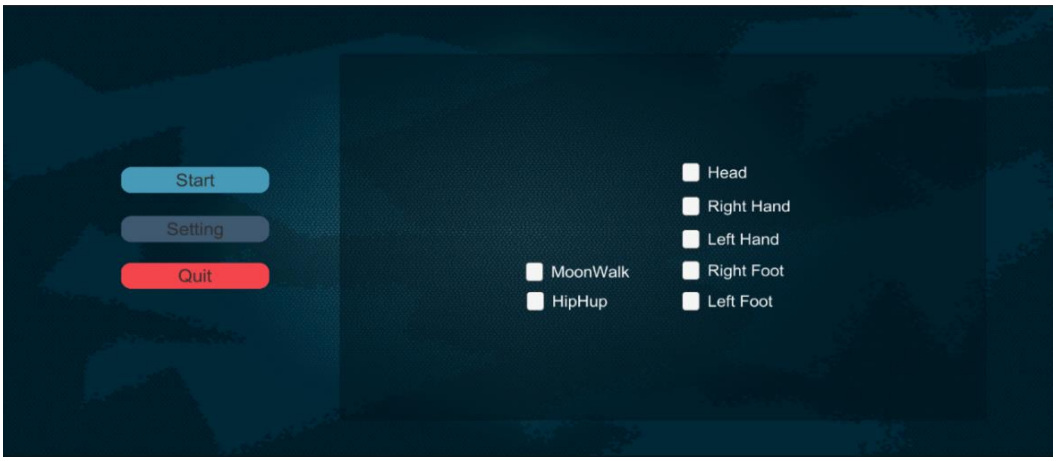
معماری کلی کار به این شکل است که حرکات رقصنده توسط سیستم ضبط حرکات MoCap تشخیص‌داده‌شده و روی آواتار انسانی در محیط واقعیت مجازی پردازش و اعمال می‌گردد و از این طریق حرکات ضبط شده و دادهٔ قابل‌استفاده در برنامه فراهم می‌شود. سپس با قرارگرفتن قلمی بر روی اعضاء مشخصی در بدن آواتار که قابل انتخاب و تفکیک توسط کاربر است امکان رسم خطوطی به دنبال اعضا در هنگام حرکت آنها فراهم می‌شود و ساختاری سه‌بعدی از این خطوط حاصل می‌گردد. در زمان اجرا و حتی پس از پایان حرکات کاربر قادر خواهد بود تا با تغییر زاویه دوربین نمای مناسبی برای دریافت خروجی انتخاب و با فشردن دکمه نتیجه، خروجی به‌صورت نقشی دیجیتالی ذخیره می‌شود.



(الف) (ب)

شکل ۱: (الف)نحوه اتصال حسگرهای سیستم ضبط حرکات- (ب) آواتار رقصنده

در صفحه ورودی برنامه امکان انتخاب نوع رقص شامل انواع رقص‌های آرام و سریع، و اعضایی که حرکات آنها مورد بررسی قرار خواهد گرفت شامل سر، دست راست و چپ و پای راست و چپ در قسمت تنظیمات قرار داده شده است و با فشردن دکمه شروع، فرایند رسم خطوط آغاز خواهد شد.



شکل ۲: صفحه اول برنامه و محل انتخاب نوع رقص و اعضاء مورد بررسی

تغییر زاویه دوربین به کمک دکمه میانی نشانگر[1] به‌صورت دستی انجام می‌شود تا کاربر بتواند به زوایای دلخواه خود دسترسی داشته باشد، همچنین در محیط برنامه دکمه‌هایی برای تعیین زاویه خودکار بر روی زوایای روبرو، پشت سر، بالا، پایین، چپ و راست تعبیه شده است تا در صورت تمایل کاربر، نمای دقیقی از زاویه موردنظر به دست آید. همچنین توسط فشردن دکمه نمایش منبع حرکات، نمایی از حرکات آواتار انسانی که منبع رسم خطوط است، نمایش داده می‌شود.

شکل ۳:تصویر ساختار محیط اصلی برنامه

[1] Middle mouse button(scroll button)

سخت‌افزار مورداستفاده در این پروژه، سیستم ضبط حرکات یا Motion capture است که به دلیل شیوع پاندمی کوید ۱۹ و عدم امکان استفاده از آزمایشگاه‌های دانشگاه و مکان‌های آموزشی، شرایط موردنظر شبیه‌سازی شده و در این پروژه پکیج داده‌های آماده MoCap که انیمیشن‌های حاصل از ضبط حرکات هستند مورداستفاده قرار گرفته است که در صورت امکان استفاده از دستگاه Motion capture می‌توان آنها را با داده‌های حاصل جایگزین نمود. این سیستم در موتور بازی‌سازی Unity engine طراحی و پیاده‌سازی شده و به‌منظور رسم خطوط به دنبال اعضاء آواتار از ابزار trail renderer که با استفاده از سیستم ذرات، جلوه‌های بصری ایجاد می‌کند استفاده شده است.

۲-۳-خروجی

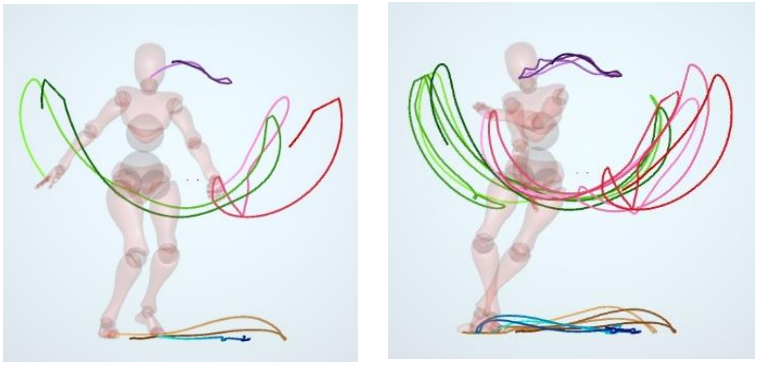
خروجی به‌دست‌آمده تصویری کاملاً انتزاعی و مفهومی بود که توسط دنبال‌کردن الگوی حرکتی اعضا رسم شده است. در این پژوهش تلاش شده است تا با استفاده از عنصر رنگ، اعضای بدن از یکدیگر منفک شوند و رنگی متناسب برای هر عضو بدن اختصاص یابد. باتوجه‌به مباحث روان‌شناسی رنگ‌ها، رنگ بنفش نماد خرد و کمال، رنگ آبی نماینده امنیت و اعتماد، رنگ قهوه‌ای نماد زمین و ثبات، رنگ قرمز نماد قدرت و انرژی و رنگ سبز نماد سخاوت و توان است. از طرفی اگر بخواهیم عضوی در بدن را نماینده خرد معرفی کنیم، عضو سر منطقی‌ترین گزینه به نظر می‌رسد. به همین ترتیب، مناسب‌ترین عضو برای مفهوم زمین، ثبات و اعتماد، عضو پا و مناسب‌ترین گزینه برای مفهوم قدرت و سخاوت، عضو دست خواهد بود؛ لذا برای خطوط دنبال‌کننده سر، رنگ بنفش، برای خطوط دنبال‌کننده پاها رنگ‌های قهوه‌ای و آبی و برای خطوط دنبال‌کننده دست‌ها رنگ‌های قرمز و سبز اختصاص‌یافته است و روند طی زمان نیز با تغییر تنالیته رنگ‌ها از تیره به روشن مشخص شده است(شکل ۴).

(الف) (ب)

شکل ٤: تصاویر روند رسم شکل و تفکیک اعضا توسط عنصر رنگ: (الف) نمای روبروی قسمتی از رقص هیپ هاپ- (ب) نمای روبروی یک رقص با ریتم سریع

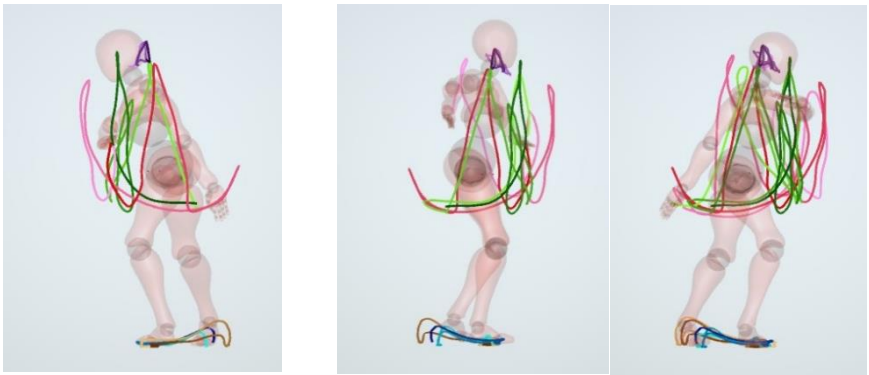
۳-۳-بحث‌وبررسی

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، در این سیستم زاویهٔ دوربین قابل تغییر بوده و خطوط رسم شده توسط حرکات آواتار، از نماهای مختلف جلوه و شکل بصری متفاوتی ایجاد می‌کند که در اینجا به بررسی آنها پرداخته می‌شود. از خطوط حاصل از رقص هیپ‌هاپ از نمای روبرو، شکلی نسبتاً نرم، منحنی‌وار، متوازن و متقارن ایجاد می‌شود که این نشان‌دهنده ریتم ثابت، نظم و توازن در ساختار این بخش از رقص هیپ‌هاپ است (شکل ۵).



شکل ۵: نمای روبروی بخشی از رقص هیپ هاپ

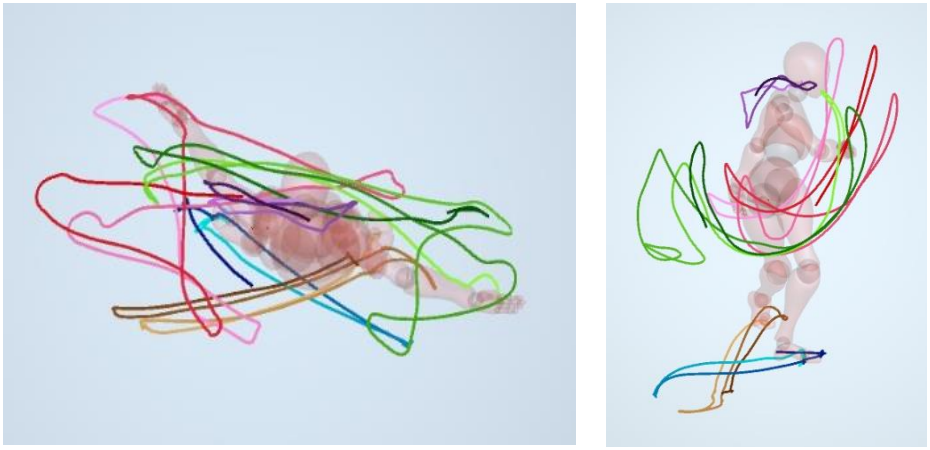
همانند نمای روبروی خطوط، این نظم و ریتم ثابت در نمای رقص از طرفین هم قابل‌مشاهده است اما برخلاف نمای روبرو، در این نما خطوط شکسته و تند پیاپی نماینده این مفهوم هستند و در این نما تقارن و توازن کمتری مشاهده می‌شود (شکل ۶).



(الف) **(ب)**

شکل ٦: نمای طرفین بخشی از رقص هیپ هاپ: (الف) نمای چپ- (ب) نمای راست

با بررسی نمای بالا و مورب این رقص، باتوجه‌به افقی بودن بیشتر خطوط رسم شده می‌توان کم بودن جابه‌جایی و تحرک در این قسمت از رقص را دریافت؛ از طرفی نظم و هماهنگی که در تصاویر حاصل از نمای روبرو و طرفین قابل‌مشاهده بود، در نمای بالا و مورب چندان به چشم نمی‌خورد (شکل ۷). لازم به ذکر است، با اینکه همهٔ این تصاویر از یک رقص واحد شکل‌گرفته‌اند، ولی هرکدام خصوصیات، ساختار، معنا و مفهومی متفاوت و منحصر به خود دارند.



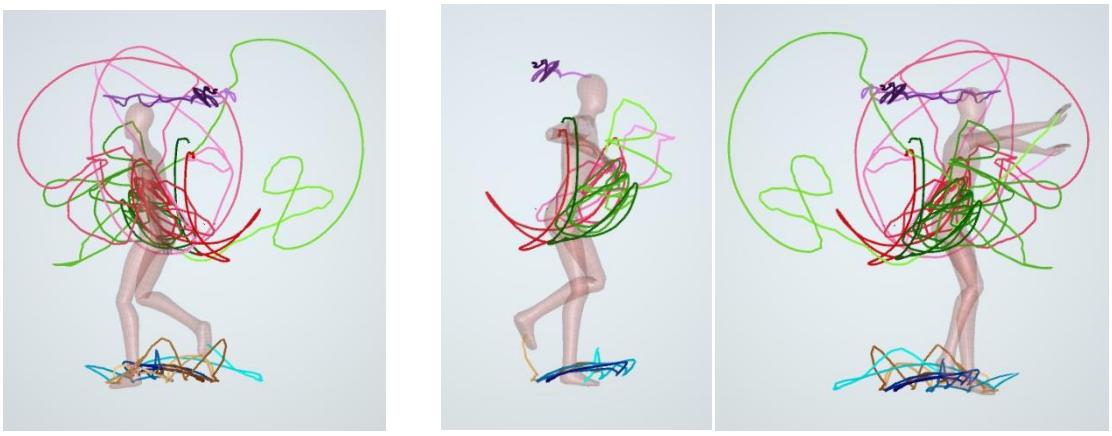
(ب) (الف)

شکل ۷: (الف) نمایی مورب از رقص هیپ هاپ- (ب) نمای بالای بخشی از رقص هیپ هاپ

در بررسی نمونه‌ای دیگر همان‌طور که در شکل ۸ قابل‌مشاهده است، در نمای روبرو، برهم خوردگی و تراکم خطوط نشان از ریتم تند و عدم تقارن این رقص است، ولی بااین‌وجود تصاویر حاصل در عین آشفتگی، می‌توانند الهام‌بخش ایده‌های خلاقانه‌ای در زمینه تصویرسازی باشد.

شکل ۸: نمای روبروی رقصی با ریتم تند

مانند نمای روبروی این رقص، در نمای طرفین نیز خطوط آشفته و درهم‌تنیده قابل‌مشاهده است و این نشان‌دهنده تحرک زیاد و عدم آرامش در این رقص است (شکل ۹).



(ب) (الف)

شکل ۱۰: نمای طرفین رقصی با ریتم تند: (الف) نمای چپ- (ب) نمای راست

از میان تصاویر انتزاعی حاصل از حرکات، گاه اشکال آشنایی ایجاد می‌شود به طور مثال در نمای مورب این رقص شکل قلبی مشاهده می‌شود که از حرکت دورانی دو دست آواتار می‌باشد (شکل ۱۰).

(ب) (الف)

شکل ۹: (الف)نمای بالای رقصی با ریتم سریع- (ب) نمای مورب رقصی با ریتم سریع

لازم به ذکر است به دلیل شرایط موجود و همه‌گیر شدن پاندمی کوید ۱۹، استفاده از آزمایشگاه‌های دانشگاه و دستگاه Motion Capture برای تولید داده و انجام ارزیابی مناسب‌تر مقدور نبود.

۵- خلاصه و نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی شد با استفاده از فناوری Motion Capture، حرکات موزون و منظّم انسانی به یک تصویر هنری انتزاعی و تجسمی تبدیل شود و سیستمی به این منظور طراحی شد که با استفاده از دنبال‌کردن اعضاء در داده‌های حرکتی، تصویری از خطوط دنبال‌کننده تولید می‌کند و هدف از این پژوهش بررسی میزان زیبایی بصری تصاویر حاصل از این حرکات بود.

نتایج حاکی از این بود که تصاویر انتزاعی حاصل در ابعاد و جنبه‌های مختلف دارای زیبایی بصری منحصر به خود هستند و با تغییر زاویه نگاه از یک رویداد واحد، برداشت‌های متفاوتی حاصل می‌گردد. چه‌بسا در شرایطی که از یک نما و دیدگاه بسیار آشفته و بغرنج به نظر می‌رسد، با تغییر زاویه دید، نقشی زیبا و الهام‌بخش برای ایده‌های نو و خلاقانه پدیدار شود و همان شرایط آشفته به فرصتی برای پیشرفت و رسیدن به آرمان‌های بزرگ تبدیل شود. به‌عنوان پیشنهادی برای گسترش این پژوهش در پروژه‌های آتی، می‌توان رقص‌های دیگر یا حرکات ورزشی و رزمی را نیز با این شیوه مورد بررسی قرارداد.

۶–مراجع

[1] *L. Avila and M. Bailey, "Art in the Digital Age," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 36, no. 4, pp. 6-7, 2016.*

[2] *E. Protopapadakis, A. Voulodimos, A. Doulamis, S. Camarinopoulos, N. Doulamis and G. Miaoulis, "Dance Pose Identification from Motion Capture Data: A Comparison of Classifiers," Technologies, vol. 6, no. 1, 2018.*

[3] *J. C.P. Chan, H. Leung, J. K.T. Tang, T. Komura and T. Komura, "A Virtual Reality Dance Training System Using Motion Capture Technology," IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 4, pp. 187-195, 2011.*

[4] *A. Voulodimos, N. Doulamis, A. Doulamis and I. Rallis, "Kinematics-based Extraction of Salient 3D Human Motion Data for Summarization of Choreographic Sequences," in 2018 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), 2018.*

[5] *C. Mousas, "Performance-Driven Dance Motion Control of a Virtual Partner Character," in 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), Reutlingen, 2018.*

[6] *Y. Bergner, S. Mund, O. Chen and W. Payne, "Leveraging interest-driven embodied practices to build quantitative literacies: A case study using motion and audio capture from dance," Educational Technology Research and Development, 2020.*

[7] *M. Hadjin, I. Kici, M. Dolezal, j. Chmelik and A. Doulamis, "Digitization and Visualization of Movement of Slovak Folk Dances," 2018.*

[8] *J. Wang, Z. Miao, N. Xie, W. Xu and A. Li, "Labanotation Generation from Motion Capture Data for Protection of Folk Dance," IEEE Access, vol. 8, 2020.*

[۹] ی. صفاری, ش. نصر اصفهانی, ر. حیاتی و ی. سخاوت, "بررسی کارآیی آموزش مبتنی برتقلید حرکت در محیط واقعیت مجازی برای حرکات موزون آذری," در چهارمین کنفرانس ملی و دومین کنفرانس بین المللی بازی های رایانه ای؛فرصت ها و چالش ها, ۱۳۹۷.

[۱۰] ا. یدائی, ب. علیزاده اشرفی و ی. سخاوت, "راهکاری برای بهبود فرآیند ثبت داده های حرکتی با هدف جمع آوری داده های حرکات موزون آذری," در پنجمین کنفرانس بین المللی بازی های رایانه ای؛ فرصت ها و چالش ها, ۱۳۹۸.

[۱۱] م. بهروزپور باغمشه, ف. رضائی, آ. فخریان و ی. سخاوت, "تبدیل حرکات انسانی به یک نقاشی مفهومی براساس موسیقی با کمک سیستم ثبت حرکت," پژوهش در علوم توانبخشی, 1398 ,101-106 .pp.

[12] *J. Bernard, N. Wilhelm, B. Kruger, T. May, T. Schreck and J. Kohlhammer, "researchgate," December 2013. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/256837253.*