



## بازی وارسازی پرو لباس با استفاده از شبیه‌سازی حرکت کاربر

معصومه رسولی، عارفه ارسلانی، یونس سخاوت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای گرایش طراحی شبیه‌سازی هوشمند

m.rasouli@tabriziau.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد هنرهای رایانه‌ای گرایش طراحی شبیه‌سازی هوشمند

a.arsalani@tabriziau.ac.ir

۳- استادیار دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده چندرسانه‌ای

sekhavat@tabriziau.ac.ir

### چکیده

اتاق پرو مجازی یکی از جدیدترین نوآوری‌های بشر در علم روز است و در پژوهش‌های بسیاری سعی بر آن شده به گونه‌ای به بهبود آن بپردازند تا تجربه‌ای هر چه شبیه‌تر به واقعیت برای کاربر فراهم کند و حس رضایت بیشتری از تعامل با آن کسب کند. معمولاً در پرو لباس به صورت واقعی کاربر تمایل دارد بعد از پوشیدن لباس بافاصله بیشتر یا نزدیک‌تری از آینه خود را ببیند. لذا در چنین برنامه‌هایی نیز انتظار می‌رود این خواسته عملی شود، بنابراین در این پژوهش سعی شده است چنین امکانی برای کاربر فراهم شود و کاربر و آزادی عمل توانایی حرکت در محیط را داشته باشد. ما یک مدل مجازی با دو جنسیت زن و مرد تهیه کردیم که حرکت بدن کاربر را در زمان واقعی به بدن مدل مجازی انتقال می‌دهد این کار با استفاده از دستگاه ضبط حرکت کینکت انجام می‌شود. در این سامانه کاراکتر توسط حس گر عمق کینکت ردیابی و مش اسکلتی بدنش توسط آن بر روی بدن مدل مجازی تصویر می‌شود. سپس کاربر در زمان واقعی با برنامه تعامل برقرار کرده و توانایی انتخاب لباس و عوض کردن آن در مقابل یک آینه مجازی را دارد. درنهایت کاربر می‌تواند با آزادی عمل در محیط بچرخد و به سمت جلو یا عقب حرکت کند. در این مطالعه سعی شده که مدل‌ها به صورت کم چندضلعی و واقع‌گرایانه از شکل انسان باشد. مدل‌ها بر طبق اندازه‌های استاندارد بدن که شامل اندازه‌های کوچک، متوسط، بزرگ، خیلی بزرگ تعریف شده‌اند که این تغییر اندازه توسط تعامل کاربر با برنامه و انتخاب اندازه موردنظر امکان‌پذیر است. این روش می‌تواند فرایند دستیابی فوری به لباس مجازی را برای بسیاری از برنامه‌های کاربردی مانند بازی‌ها، پویانمایی‌ها و فرو شگاه‌های پوشاک آسان سازد، لذا نگارنده کاربرد این پژوهش را در زمینه اتاق پرو مجازی موردبررسی قرار داده است.

کلمات کلیدی: اتاق پرو مجازی، حس گر عمق، ردیابی کاربر، کینکت

### ۱-مقدمه

یکی از اهداف اتاق پرو مجازی کمک به افزایش قصد خرید در کمترین زمان ممکن است که در سال‌های اخیر به این مقوله در مقالات توجه زیادی شده و ارتباط زیادی میان رابط کاربری کینکت و تعامل کاربر با یک برنامه پرو مجازی برقرار شده است [۱]. کارهای بسیاری در این زمینه به صورت‌های متفاوتی انجام شده است. به صورتی کاربر در فروشگاه‌های لباس در مقابل یک آینه مجازی قرار می‌گیرد و عملیات انتخاب و پوشیدن لباس را انجام می‌دهد. در بسیاری از برنامه‌ها لباس برتن فرد نمی‌نشیند زیرا این کار از پیچیدگی بالایی برخوردار است. لذا حس پوشیدن لباس به صورت واقعی را به کاربر نمی‌دهد، در روشی دیگر از یک مدل مجازی سه بعدی استفاده می‌شود و لباس را برتن مدل امتحان می‌کنند. اما این مدل از آزادی عمل



برخوردار نیست و توانایی حرکت در محیط ندارد. در این مقاله برای بهبود این محدودیت روشی ارائه شده است تا کاربر در هنگام تعامل با برنامه دارای حس غوطه‌وری بیشتری باشد و رضایت بیشتری از برنامه کسب کند. برای بهبود این حس به مدل مجازی خود آزادی عمل داده‌ایم تا توانایی حرکت در محیط را در زمان واقعی با کاربر واقعی داشته باشد. مدل پیشنهادی، بهبودیافته روش ارائه شده در [۲] است که شامل سه بخش اصلی است که هدف نهایی آن‌ها توانایی حرکت مدل در محیط تعریف شده به منظور ایجاد حس امتحان کردن لباس به صورت واقعی است. بخش اول شامل شناسایی و تشخیص اسکلت کاربر است که توسط رابط کاربری کینکت انجام می‌گیرد. بخش دوم سیستمی را پیاده‌سازی می‌کند که کاربر در آن این توانایی را دارد که در زمان واقعی لباس‌ها را انتخاب و آن‌ها را تعویض نماید، بخش سوم که مهمترین بخش مقاله است رویکردی را ارائه می‌کند که کاربر در آن با آزادی عمل بیشتری با سیستم تعامل برقرار می‌کند که نتایج به دست آمده حاکی از مفید بودن این رویکرد می‌دهد.

در ادامه مقاله و در بخش ۲ کارهای گذشته را بررسی می‌کنیم. در بخش ۳ به معرفی و چگونگی تشخیص کاربر توسط واسط کاربری می‌پردازیم. ردیابی حالت کاربر در بخش ۴ بیان شده است. بخش ۵ به سامانه پرو مجازی اختصاص پیدا می‌کند که شامل فرایند عوض کردن لباس و حرکت مدل مجازی در محیط است. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی‌ها در بخش ۶ آمده است.

## ۲- مروری بر کارهای قبلی انجام شده در زمینه پرو مجازی لباس

اتاق پرو مجازی با استفاده از دستگاه ضبط حرکت کینکت به کاربر این اجازه را می‌دهد لباس را قبل از خرید به صورت مجازی امتحان کند. در گذشته مردم در هنگام خرید لباس وقت زیادی را صرف امتحان کردن و به نتیجه رسیدن در مورد خرید یک لباس می‌کردند. از آنجاکه امروزه به دلیل نبود وقت چنین کاری سخت و وقت‌گیر به نظر می‌آید، با پیشرفت فناوری ما به این فکر افتادیم سیستمی راه‌اندازی کنیم که در آن کاربر توانایی این را داشته باشد که لباس‌های موردنظر خود را بدون محدودیت تعداد و صرف زمان کمتر امتحان کند تا به نتیجه مطلوب برسد.

گودکبای و همکاران در سال ۲۰۱۴ [۲] یک اتاق پرو مجازی با استفاده از حس‌گر عمق ارائه دادند که تجربه‌ای شبیه به واقعیت را با استفاده از حس‌گر عمق، فیلترهای حرکتی، تنظیم اندازه و شبیه‌سازی فیزیکی فراهم کرد. در این کار با استفاده از روش مقیاس‌گذاری<sup>۱</sup> تصویر تنظیم می‌شود و سپس اندازه لباس‌های استاندارد XS تا XXL با توجه به اندازه کاربر تعیین می‌شود و این اندازه‌ها با استفاده از شبیه‌سازی فیزیک و برخورد مش‌ها در زمان واقعی و طی پردازش ۱ ثانیه انجام می‌شود. فیلترهای حرکتی در زمان واقعی از مصنوعات غیرطبیعی که به علت نویز ایجاد می‌شوند از حس‌گر عمق یا قسمت‌های بدن خود محافظت می‌کنند. به منظور قرار دادن قسمت‌های مختلف بدن در مجاورت هم دیگر از تقسیم استخوان‌ها استفاده شده است. همچنین برای رفتار تقریبی استخوان‌های دو طرف در دست‌ها و پاها و برای پویانمایی واقع‌گرایانه و ارائه بخش‌های بدن در مجاورت مفاصل از تقسیم استخوان استفاده می‌شود. محدودیت این رویکرد سفرشی‌سازی بودن آن و کوچک بودن منطقه شبیه‌سازی است.

انتقال الگوهای پوشاک بین مدل‌های انسانی بدون هدایت کاربر حتی زمانی که مدل‌های مرجع و هدف انسان‌ها متفاوت است را چویی و همکاران [۳] ارائه دادند. هدف اصلی در این کار رسیدن به نتایج واقع‌بینانه از لباس داده شده در مدل‌های انسانی می‌باشد. برای انجام این کار، آن‌ها از یک بخش جدایی‌ناپذیر استفاده می‌کنند و ارتباطات بین مدل‌های انسان را تعیین می‌کنند، زیرا حتی زمانی که افراد ممکن است دارای مقادیر مختلف باشند، ارتباط بین بالاتنه‌ها نسبتاً آسان است. با استفاده از این

<sup>۱</sup> scaling



# سومین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی

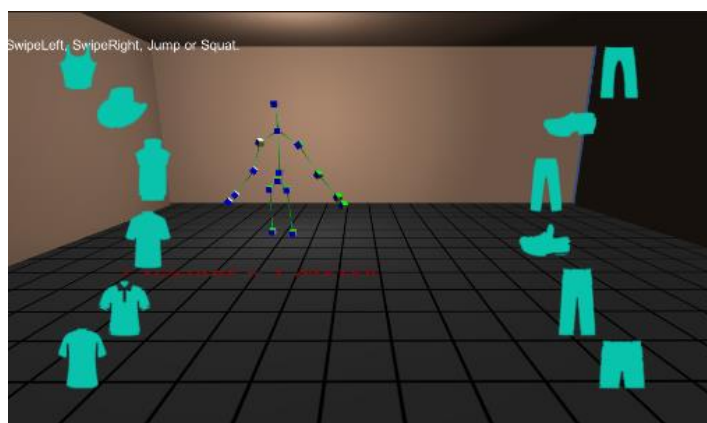
## «بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها»

بهمن‌ماه ۱۳۹۶ – دانشگاه اصفهان

اطلاعات، قسمت جلویی لباس را ابتدا حرکت می‌دهند و باقی‌مانده لباس را یک‌به‌یک با استفاده از تغییرات مختصات متصل به همدیگر متصل می‌کنند. چارچوب کلی این رویکرد، شامل تقسیم‌بندی مدل، لباس پوشیدنی و حل‌وفصل اختلال بین آن‌ها است.

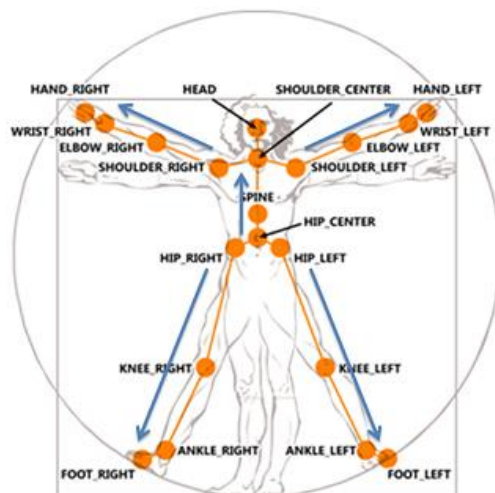
### ۳- تشخیص کاربر توسط واسط کاربری کینکت

دو دوربین در سمت راست رابط کاربری کینکت، وظیفه اصلی تشخیص بعد و حرکات بدن را بر عهده‌دارند [۴]. با استفاده از یک الگوریتم نرم‌افزاری کینکت می‌تواند اعضای مختلف بدن را تشخیص دهد و از بدن انسان یک اسکلت بسازد. این کار با تخصیص یک رنگ به هر بخش از بدن انسان صورت می‌گیرد. برای مثال بدن انسان به شانزده بخش مختلف تقسیم شده و برای هر بخش یک رنگ معین تخصیص داده می‌شود. این رنگ‌ها در هنگام پردازش به‌عنوان یک نقطه یا مفصل شناخته می‌شود (شکل ۱) و در نتیجه کینکت می‌تواند حرکات بدن را پردازش کند. کینکت این کار را برای چند نفر و به‌صورت ۳۰ فریم بر ثانیه انجام می‌دهد. این تصمیم بر عهده برنامه است که در یک‌زمان چند نفر را تشخیص دهد [۵].



شکل ۱- شناسایی اسکلت بدن انسان

اسکلت‌ها در یک فریم توانایی ردیابی کردن فقط یک حالت از حالت‌های ردیابی شده را دارند [۶]، یک ردیابی اسکلت اطلاعاتی در مورد موقعیت زاویه دید دوربین از بیست مفصل از بدن کاربر را به ما می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲- ردیابی مفاصل بدن انسان با استفاده از Kinect SDK

هنگامی که عملیات ردیابی اسکلت یک کاربر را در میدان دید مشخص می‌شود، مکان کاربر نیز در نقشه عمق گزارش می‌شود. برای هر پیکسل در نقشه عمق، تعداد سه بیت شامل فهرست‌هایی از اطلاعات کاربر است. پیکسل "صفر" هیچ اطلاعاتی از کاربر را در آن پیکسل نمایش نمی‌دهد و پیکسل "یک" نشان‌دهنده حضور یک کاربر در آن صحنه است [۶]. برای پیدا کردن اسکلت که مربوط به شاخص پیکسل‌های کاربر برای پیکسل عمقی است، شاخص "یک" را شاخص‌های کاربر کم می‌کند و از مقدار نتیجه آن به عنوان شاخصی در آرایه‌ای از اسکلت‌ها استفاده می‌کند. محدوده اطلاعات عمق تعیین می‌کند که یک شخص تا چه حد از حس‌گر دور یا نزدیک است و آیا می‌تواند در محدوده دید دوربین قرار داشته باشد یا خیر. در ابتدای کار با Kinect for Windows SDK ۱,۵ و نسخه‌های بالاتر زمانی که حس‌گر عمق در نزدیکی محدوده تنظیم می‌شود، اسکلت‌ها می‌توانند کاملاً ردیابی شوند. در SDK ۱,۰، زمانی که یک برنامه جریان عمق را در نزدیکی یک محدوده نزدیک تنظیم می‌کند تنها موقعیت اسکلت را بدون اینکه موقعیت تمامی مفاصل را بدهد ردیابی می‌شود، با استفاده از SDK ۱,۵ و نسخه‌های بالاتر یک برنامه می‌تواند تمامی اطلاعات مفاصل را هنگام ردیابی کاربر تشخیص می‌دهد زمانی که کاربر در نزدیکی حس‌گر تا فاصله ۴ متر قرار دارد. ردیابی اسکلت برای محدوده‌های نزدیک در هر دو حالت ارائه می‌شود: نشسته و پیش‌فرض. با توجه به این که میدان دید محدود است زمانی که کاربر نزدیک است، حالت نشسته بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این حالت سر، تنه و بازوها قابل مشاهده هستند به صورتی که فقط بالاتنه کاربر ردیابی می‌شود، اما در شرایطی که میدان دید وسیع‌تر است بدن کاربر را به صورت کامل ردیابی می‌کند.

فاصله کاربر از دستگاه با استفاده از حس‌گر عمق تخمین زده می‌شود [۶]. هر مفصل دارای ۳ مقدار: X, Y, Z است که در یک سیستم مختصات دکارتی تعریف شده است. نقطه (۰, ۰, ۰) موقعیت حس‌گر است، هر نقطه دیگر با توجه به موقعیت حس‌گر اندازه‌گیری می‌شود. صفحه آن از تعداد پیکسل  $512 \times 424$  تشکیل شده است. این الگوریتم ۲۵ مفصل بدن انسان را شناسایی می‌کند و مختصات آن را در فضای سه‌بعدی محاسبه می‌کند.

سنسور کینکت همراه با حس‌گر عمق و همچنین یک حس‌گر RGB همراه است. هنگامی که کاربر در مقابل حس‌گر کینکت در کالیبراسیون قرار می‌گیرد، ردیاب کینکت، اسکلت کاربر را پیدا می‌کند که استخوان‌ها و مفاصل را در برمی‌گیرد که در شکل ۲ نشان داده شده است. مفاصل ردیابی از دو نوع هستند:



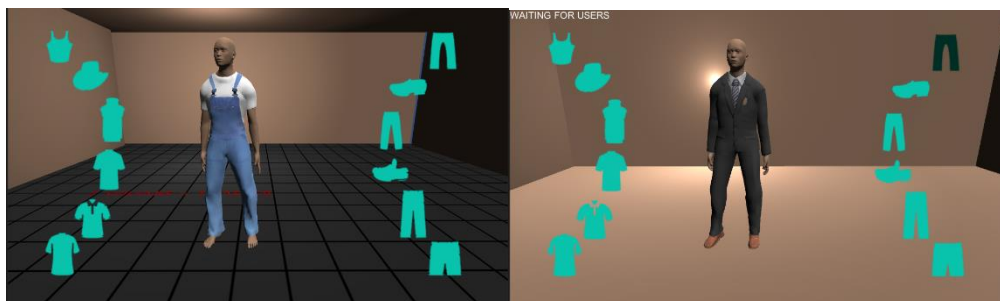
مفاصل قابل مشاهده: این اتصالات به‌وضوح دیده می‌شود.

اتصالات مبهم حس‌گر کینکت: این اتصالات در حال حاضر از حس‌گر کینکت پنهان شده‌اند، اما حس‌گر می‌تواند موقعیت فعلی اتصالات پنهان را پیش‌بینی کند [۷].

## ۵- سامانه پرو مجازی

### ۱-۵- فرایند عوض کردن لباس

ما دو مدل زن و مرد داریم که به‌صورت کم‌چندضلعی ساخته‌شده و هرکدام از این مدل‌ها داری اعضای بدن به‌صورت کاملاً جداگانه می‌باشند (سر، تنه، دست‌وپا)، از طرفی اسکلت کاربر نیز به‌صورت کامل ردیابی شده است، هرکدام از قسمت‌های بدن مدل مجازی به‌صورت دقیق بر روی قسمت‌های مشابه اسکلت کاربر الصاق شده است [۸]، از آنجاکه مدل مجازی داری استخوان‌بندی می‌باشد حرکات کاربر به مدل مجازی منتقل می‌شود، از طرفی لباس‌های طراحی‌شده داری استخوان‌بندی مناسب با بدن مدل مجازی می‌باشند، مدل زن و مرد و مدل لباس‌ها در برنامه Make Human ساخته‌شده است، در برنامه تعدادی کلید<sup>۱</sup> تعریف شده است که با انتخاب هرکدام از آن‌ها لباس موردنظر بر تن مدل می‌نشیند، کاربر با استفاده از رابط کاربری کینکت با حرکت دست با برنامه تعامل برقرار می‌کند، به‌صورتی که مفصل دست راست و دست چپ کاربر توسط کینکت ردیابی و دنبال می‌شود و هرکجا که موقعیت مفصل دست با موقعیت کلید انتخاب لباس‌ها منطبق بود با صرف زمان کمتر از ۲ ثانیه عمل کلیک کردن اتفاق می‌افتد و تغییر موردنظر لحاظ می‌شود، کاربر به‌غیر عوض کردن لباس قادر است جنسیت مدل و حتی سایز مدل را نیز عوض کند با این کار انتظار می‌رود، برنامه حس پوشیدن لباس در زمان واقعی را به کاربر بدهد. (شکل ۳).



شکل ۳- مدل مجازی با دو لباس متفاوت

### ۲-۵- حرکت مدل مجازی در محیط

وقتی کینکت کاربر را شناسایی و اسکلت بدن آن را ردیابی می‌کند، مدل مجازی با تغییر جهت‌گیری استخوان و موقعیت استخوان اولیه انیمیت می‌شود. هنگامی که جهت‌ها و موقعیت اولیه به استخوان اعمال می‌شود، به نظر می‌رسد بر روی زمین افتاده است و این واقعیت را بدتر می‌کند. این مشکل، شناخته‌شده به‌عنوان اسکیت پا<sup>۲</sup>، محدود به برنامه‌های حس‌گر عمق

<sup>۱</sup> butoon

<sup>۲</sup> footskating





نیست که در سیستم‌های پویانمایی بر پایه موشن کپچر نشان داده می‌شود که با شیوه‌ای معقول با رویکردهایی نظیر آنچه توسط کوآر و همکاران [۹] و ایکموتو و همکاران [۱۰] پیشنهاد شده است، حل می‌شود. باین‌حال، این روش‌ها به‌نوعی بر پیش‌پردازش یا یادگیری تحت نظارت تکیه می‌کند که برای سیستم ما مناسب نیست، زیرا حرکت در زمان واقعی گرفته‌شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این‌رو، یک‌راه حل که به یک فرایند آموزشی برای چنین برنامه‌های متکی نباشد نیاز است. سونگ [۱۱] یک روش مشابه را پیشنهاد می‌کند که نیازی به آموزش برای کاربردهای حس‌گر عمق واقعی نیست. رویکرد آن‌ها برای محدوده کاری ما هماهنگ شده تا به مشکلات اسکیت پا با استفاده از فیلترهای اضافی و محدودیت‌ها غلبه کند. فرض بر این است که یک پا همیشه بر روی زمین است؛ در غیر این صورت، حالت غیرطبیعی پیش می‌آید [۲]. با استفاده از فیلتر تثبیت‌کننده مفاصل مربوط به استخوان‌های پا را ثابت نگه می‌داریم، با این کار مفاصل مربوطه در هر فاصله‌ای که کاربر از دستگاه قرار داشته باشد ثابت است، سپس در محیط، مکانی به‌عنوان نقطه مشخص شده انتخاب می‌کنیم، کاربر محدود است فقط به اندازه نیم متر به جلو یا عقب حرکت کند، در این صورت برنامه حرکت کاربر را به مدل مجازی انتقال می‌دهد و مدل در محیط مجازی قادر به حرکت می‌باشد.

#### ۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله روشی برای ایجاد یک اتاق پرو مجازی ارائه شده است که با استفاده از رابط کاربری کینکت کاربر را شناسایی و اسکلت آن را ردیابی می‌کند و حرکات آن را به‌صورت هم‌زمان بر روی مدل مجازی که شامل دو مدل مرد و زن می‌باشد، انتقال می‌دهد. کاربر با تعامل با برنامه با استفاده از رابط کاربری کینکت می‌تواند لباس‌های متفاوتی را امتحان کند و حتی جنسیت مدل مجازی را تغییر دهد، همچنین می‌تواند سایزهای متفاوت که بر اساس استانداردهای جهانی تعریف شده است را انتخاب کند. مدل مجازی قادر است با استفاده از محاسباتی که بر روی حس‌گر عمق انجام می‌شود، در محیط به‌صورت هم‌زمان با کاربر حرکت کند و یک تجربه واقع‌گرایانه به کاربر بدهد. این ایده که برای ایجاد یک اتاق پرو مجازی پیشنهاد شده است برای بسیاری دیگر از برنامه‌های کاربردی مانند بازی‌های آنلاین و پویانمایی‌های واقع‌گرایانه مفید می‌باشد. انتظار می‌رود در کارهای آتی بتوانیم به‌جای استفاده از مدل مجازی، پرو به‌صورت هم‌زمان بر روی بدن کاربر انجام شود. نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش کاربران درصد قابل توجه رضایت کاربران را نشان می‌دهد (شکل ۴).



شکل ۴-آزمایش کردن برنامه توسط کاربران



سومین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی  
«بازی‌های رایانه‌ای؛ فرصت‌ها و چالش‌ها»  
بهمن‌ماه ۱۳۹۶ – دانشگاه اصفهان

۸-منابع

- [۱] Z Yasseen, A. N.-T. (۲۰۱۳). *Sketch-based garment design with quad meshes. Computer-Aided Design*, Pages ۵۶۲-۵۶۷.
- [۲] U Gültepe, U. G. (October ۲۰۱۴). *Real-time virtual fitting with body measurement and motion smoothing. Computers & Graphics*, Pages ۳۱-۴۳.
- [۳] Y Lee, J. M. (۲۰۱۳). *Automatic pose-independent 3D garment fitting. Computers & Graphics*, Pages ۹۱۱-۹۲۲.
- [۴] S Hauswiesner, M. S. (۲۰۱۳). *Virtual Try-On through Image-Based Rendering. IEEE TRANSACTIONS ON VISUALIZATION AND COMPUTER GRAPHICS*, ۱۵۵۲- ۱۵۶۵.
- [۵] N Villaroman, D. R. (۲۰۱۱). *Teaching Natural User Interaction Using OpenNI and the. conference on Information technology education*, ۲۲۷- ۲۳۲.
- [۶] [microsoft.com](http://microsoft.com)
- [۷] Sh Kamani, N. V. (n.d.). *Virtual trial room using augmented reality. International Journal of Advanced Computer Technology (IJACT)*.
- [۸] M Kotan, C. O. (۲۰۱۴). *Virtual Mirror With Virtual Human Using Kinect Sensor. Symposium on Innovative Technologies in Engineering*.
- [۹] Kovar L, S. J. (۲۰۰۲). *Footskate cleanup for motion capture editing. Proceedings of the ACM SIGGRAPH/eurographics symposium on computer animation (SCA'۰۲)*, ۹۷- ۱۰۴.
- [۱۰] Ikemoto L, A. O. (۲۰۰۶). *Knowing when to put your foot down. symposium on interactive 3D graphics and games (I3D'۰۶)*, ۴۹-۵۳.
- [۱۱] Sung M. (۲۰۱۳). *Automatic fixing of foot skating of human motions from depth sensor. Multimedia and ubiquitous engineering. Lecture notes in electrical engineering*, vol. ۲۴۰. The Netherlands. Springer, ۴۰۵- ۱۲.