**ارایه متدی تعاملی جهت افزایش مشارکت بلادرنگ محیط واقعیت افزوده در روش فریز برای دستگاه های دستی**

**زینب جعفری1، محبوبه شمسی2\***

1. **کارشناس ارشد مدیریت سیستم های اطلاعاتی-دانشگاه غیرانتفاعی تعالی قم**

Email:z.jafari313@gamil.com

1. **استادیار دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه صنعتی قم**

Email:shamsi@qut.ac.ir

چکیده

استفاده از دستگاه های دستی، بخصوص تلفن های هوشمند بعنوان پلتفرم برنامه های واقعیت افزوده هر روز بیشتر می شود، از این رو نیاز به متدهای تعاملی کارآمد در محیط های واقعیت افزوده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. اغلب متدها دستگاه محور هستند که بر اساس ورودی های لمسی عمل می نمایند. در این حالت کاربر ممکن است به راحتی نتواند در وضعیتی که تلفن هوشمند خود را با یک دست نگه داشته و با دستی دیگر سعی در لمس صفحه نمایش داشته باشد با محیط از طریق سیستم تعامل داشته باشد. یکی از روش های غلبه بر این محدودیت، فریز کردن صفحه نمایش می باشد تا کاربر براحتی بتواند در حالت با ثبات تری، تعامل و اِعمال محتوای مجازی را با محیط داشته باشد. اما از سوی دیگر این کار مشارکت بلادرنگ بودن سیستم و بروز بودن محیط را کاهش می دهد. در این پژوهش سعی گردیده است تا با ارایه روشی با بکارگیری ورودی صوتی به ازای ورودی لمسی صفحه نمایش، راحتی بیشتری را برای کاربر فراهم نماید و همچنین از طریق فریز گسسته صحنه، بجای فریز پیوسته صحنه و انجام عملیات پشت سرهم، مشارکت بلادرنگ محیط در سیستم واقعیت افزوده را افزایش دهد. در این پژوهش نرم افزار طراحی شده مورد استفاده 20 کاربر قرار گرفته است و بعد از اتمام کار، پر کردن پرسشنامه توسط کاربران سیستم، نشان داد که بلادرنگ تر بودن محیط در این سیستم از نظر کاربران افزایش یافته است.

**کلمات کليدي: واقعیت افزوده، متد تعاملی غیرلمسی، تلفن های هوشمند، روش فریز**

**1-مقدمه**

همه روزه بر محبوبیت رایانش همراه[[1]](#footnote-1) افزوده می شود و دستگاه های همراه متفاوتی مانند کامپیوترهای شخصی فوق همراه[[2]](#footnote-2)، دستگاه های اینترنتی همراه[[3]](#footnote-3) و تلفن های هوشمند برای محاسبات روزمره مانند جستجو در وب، ایمیل و حتی برای بازی های سه بعدی به اندازه کافی قدرتمند گردیده اند. دستگاه های همراه امروزی دارای چیپ های گرافیکی و سنسورهای ردیابی(مانند جی پی اس، یا شتاب سنج)، و دوربین هستند که این دستگاه ها را به اندازه کافی برای اجرای واقعیت مجازی و واقعیت افزوده بر روی این دستگاه ها توانمند کرده است[1]. واقعیت افزوده بر روی دستگاه های دستی[[4]](#footnote-4) برنامه های کاربردی مهمی در زمینه های بازی، تبلیغات و بازاریابی تعاملی، آموزش و مسیریابی دارد. اما موانع بسیاری بر سر راه برنامه های واقعیت افزوده وجود دارد که باعث می گردد تا از تمام ظرفیت های آن استفاده نشود. یکی از این مشکلات تعامل کاربران با محتوای مجازی در صحنه واقعیت افزوده از طریق دستگاه های دستی است[2]. بطور کلی تکنیک های تعاملی زیادی وجود دارند که محققان به صورت های مختلفی آن ها را دسته بندی کرده اند. بائی و همکاران[3] تعاملات بر روی دستگاه های دستی را به دو دسته تقسیم بندی می کنند: 1- متد های تعاملی لمسی[[5]](#footnote-5)(مانند گرفتن فرمان از کاربر از طریق دکمه های دستگاه هوشمند و یا لمس صفحه لمسی گوشی خود) 2- متد های تعاملی غیرلمسی[[6]](#footnote-6)(مانند گرفتن فرمان از کاربر از طریق صوت، مسیر نگاه و حرکات سر و دست). گراووتز و اشملستیگ[4] متدها رابه دو دسته، متدهای تعاملی لمسی و متدهای تجسمی[[7]](#footnote-7) تقسیم کرده اند که متدهای لمسی از طریق دستکاری مستقیم بر روی اشیا فیزیکی است، مانند حرکت دادن نشانه ها در محیط و یا حرکت دست در شناخت حالت دست تعریف می شوند و متدهای تجسمی متدهایی می باشند که از طریق حرکت دادن دستگاه خود و یا لمس صفحه لمسی ارتباط انجام می گیرد. اما ارشد و همکاران[2] متدها را به شیوه ی دیگر دسته بندی کرده اند:1- متدهای دستگاه محور که با استفاده از دستگاه با محتوای مجازی ارتباط برقرار می کند مانند استفاده از سنسورهای حرکتی، حرکت دستگاه، ورودی صفحه کلید و لمس صفحه لمسی است 2- تعاملات اشاره های طبیعی[[8]](#footnote-8)، تعاملاتی هستند که به کاربران اجازه می دهد از انگشت ها و یا با اشاره دست با محتوای مجازی در صحنه واقعیت افزوده ارتباط برقرار کنند. در این پژوهش دسته بندی بائی و همکاران در نظر گرفته شده است.

تعاملات دستگاه های دستی، معمولا از طریق صفحه لمسی به دلیل فراگیر بودن و سهولت بر روی دستگاه های هوشمند، انجام میگیرد[5].

ازین رو محققان روش فریز[[9]](#footnote-9) کردن صفحه نمایش کاربر را برای حل این مشکل توسعه دادند. این روش، تصویر صفحه نمایش سیستم واقعیت افزوده را برای کاربر فریز می کند و سپس می تواند با محتوای مجازی در حالت پایاتری تعامل داشته باشد.

پژوهش محققان بیشتر بر روی تکنیک های تعاملی که ورودی سیستم واقعیت افزوده ناشی از تعامل با صفحه لمسی گوشی است انجام گرفته است، و اندکی از تحقیقات بر روی تکنیک های غیرلمسی انجام گرفته است.

در این پژوهش سعی گردیده است تا با ارایه روشی با بکارگیری ورودی صوتی به ازای ورودی لمسی راحتی بیشتری را برای کاربر فراهم نماید و با فریز صفحه از طریق فرمان صوتی و کاهش زمان فریز مشارکت بلادرنگ محیط را برای سیستم افزایش دهیم.

در ادامه در بخش دوم با شرح زمینه از موضوع و کارهای صورت گرفته اخیر، دنبال خواهیم کرد و سپس در بخش سوم به راهکار پیشنهادی و نتایج پرداخته خواهد شد و در بخش چهارم به تجزیه و تحلیل داده ها و در نهایت در بخش پنجم نتیجه گیری خواهیم داشت.

**2-پیشینه تحقیق**

تصور کنید شما با استفاده از تکنولوژی می توانید بیشتر از آنچه دیگران می بینند ببینید، بیشتر از آنچه دیگران می شنوند بشنوید، شاید هم حتی بیشتر از آنچه که دیگران می توانند لمس کنند، بو کنند و مزه کنند درک کنید. امروزه دنیای تکنولوژی در آستانه جذب تکنولوژی های واقعیت افزوده برای بالا بردن درک دیداری، شنیداری، و حس محیط اطرافمان از طریقی نوین و پرمحتوا می باشد[6]. اولین گام های واقعیت افزوده در حالی برداشته شد که این امر احتیاج به حمل سخت افزاری حجیم داشت اما امروزه تلفن های هوشمند از نظر سخت افزاری و نرم افزاری، واقعیت افزوده را به عنوان نرم افزاری قابل قبول در بین عموم مطرح کرده است[7]. تجمیع امکاناتی از قبیل دوربین های نسبتا قوی، سنسورهای داخلی از قبیل جی-پی-اس، ژیروسکوپ، قطب نما و ... و صفحه های لمسی و ... در یک دستگاه قابل حمل این مقبولیت را فراهم کرده است.

ورودی صفحه لمسی یکی از متداولترین متد های تعامل دستگاه محور یا متدهای تعامل لمسی در دستگاه های دستی واقعیت افزوده است. بسیاری از دستگاه های دستی موجود در بازار دارای رابط کاربری صفحه لمسی هستند، به جای مدل قدیمی تر که از دکمه فیزیکی استفاده میشد. اگرچه تعامل دقیق از طریق این صفحه لمسی به دلیل وضعیت ناپایدار دستگاه(به دلیل لرزش دست) به راحتی انجام پذیر نمی باشد اما برای غلبه بر این مشکل محققان تکنیک های اندکی ارایه شده اند. یکی از این تکنیک ها، تکنیک فریز کردن است که به کاربر اجازه می دهد تا صحنه واقعیت افزوده را فریز کند و با محتوای مجازی تعامل بر قرار کند. زمانیکه صحنه فریز می شود یک عکس از صحنه تهیه می شود و صحنه ای که بصورت پیوسته از دوربین دریافت می گردید دیگر بروز نمی گردد. این تصویر تا اینکه صحنه از حالت فریز در بیاید بصورت یک عکس باقی می ماند[2].

همانطور که در جدول 1 بطور خلاصه اشاره شده است، گوون و همکاران در سال 2006 چندین تکنیک لمسی تعاملی واقعیت افزوده همراه، برای نوشتن ارائه دادند، ساده ترین آن 1)فریز یک فریم بصورت عکس است، 2)فریز چند لینک: تهیه اسنپ شات از چند فریم، بین مکان و شی در چند فریم لینک برقرار می کند، 3)فریز چند حرکت: که شی سه بعدی برای صحنه کاربر ثابت می شود و به صفحه نمایش کاربر الصاق می شود و کاربر می تواند شی را حرکت دهد و با استفاده از جهت یابی خودمحور شی را به مکان موردنظر انتقال می دهیم[8].

لی و همکاران متد لمسی اِف-اِس-جی را برای دستگاه های دستی سیار واقعیت افزوده ارائه کردند که تاکیدشان بر ویژگی کاربردپذیری تکنیک فریز بود. این روش محیط های متحرک و حرکت کاربر را نیز در نظر گرفته است، همچنین به وجود اشیا کوچک در صحنه، وجود اشیا در موقعیت های نامناسب نسبت به فیزیک بدن(مانند اشیا در سقف) نیز پرداخته است[1].

اما اشکال وارد به این روش ها در این است که با تعریف واقعیت افزوده در تعارض می باشد. چراکه در تعریف ویژگی های سیستم واقعیت افزوده داریم که واقعیت افزوده (1)ترکیب دنیای واقعی و محتوای مجازی کامپیوتری تولید شده است بطوریکه اشیا مجازی در(2) محیط سه بعدی ثبت می گردد و بصورت (3)بلادرنگ با سیستم واقعیت افزوده می توان ارتباط برقرارکرد و تعاملداشت[10]. صحنه فریز شده باعث می شود بلادرنگ بودن سیستم را کاهش می دهد.

از این رو بائی و همکاران برای بالا بردن مشارکت بلادرنگ صحنه تکنیکی ارائه داده اند که با اشاره انگشت، عملیات انجام میگیرد و در حیطه تعاملات غیرلمسی می باشد و شیوه فریز صحنه مانند روش اِف-اِس-جی است[3]. وینسنت و همکاران دو تکنیک ارایه کردند که هدف آن بهبود در انتخاب نقطه دقیق برای نمایش محتوای مجازی است. شیفت و فریز برای انتخاب اجسام کوچک از طریق لمس صفحه گوشی طراحی گردیده است که با لمس غیردقیق هدف صحنه فریز میگردد و بالای انگشت، بزرگنمایی از تصویر محدوده لمس شده نمایش می دهد و با جابه جایی انگشت می توان هدف را بطور دقیق انتخاب کرد [10]. ارشد و همکاران در این روش که تنها قسمتی از صحنه فریز می شود و مابقی صحنه بروز می گردد. سه عمل جابجایی،چرخش و بزرگنمایی آزمایش گردیده و با روش فریز کل صحنه مقایسه گردیده است که در جابجایی و بزرگ نمایی این روش بهتر از روش قبلی بوده است اما در عمل چرخش زمان انجام آن بیشتر از روش قبلی بوده است[2].

**جدول 1: مطالعات پیشین در زمینه فریز تصویر در واقعیت افزوده**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| متد | سال | نوع تعامل | تکنولوژی ردیابی محیط | نتایج حاصل از تحقیق |
| گوون و همکاران | 2006 | لمسی | ردیابی بدون استفاده از نشانه گذاری محیط | ارائه چندین تکنیک فریز برای یادداشت گذاری محیط بدون نیاز به ارائه ای سه بعدی از محیط |
| لی و همکاران | 2009 | لمسی | ردیابی با استفاده از نشانه در محیط | ارائه روش اِف-اِس-جی و توجه به محیط های لرزان، حرکت کاربر، وجود اشیا کوچک در صحنه، وجود اشیا در موقعیت های نامناسب نسبت به فیزیک بدن(مانند اشیا در سقف)/ این روش بر روی کاربرد پذیری تمرکز دارد و در ارزیابی نتیجه قابل قبولی داشته است. |
| بائی و همکاران | 2012 | غیرلمسی | ردیابی با استفاده از نشانه در محیط | در ارزیابی فقط در گزینه مشارکت بلادرنگ از روش اِف-اِس-جی بهتر بوده است |
| وینسنت و همکاران | 2013 | لمسی | ردیابی با استفاده از نشانه در محیط | هدف آن بهبود در انتخاب نقطه دقیق برای نمایش محتوای مجازی است. روش شیفت و فریز نسبت به روش لمس مستقیم و روش ضربدر قابل ترجیح است. |
| ارشد و همکاران | 2015 | لمسی | ردیابی با استفاده از نشانه در محیط | در این روش تنها قسمتی از صحنه فریز می شود سه تکنیک جابجایی،چرخش و بزرگنمایی آزمایش گردیده و با روش فریز کل تصویر مقایسه گردیده است و مشکل بروزرسانی تصویر دنیای واقعی را ندارد در جابجایی و بزرگ نمایی این روش بهتر از روش قبلی بوده است اما در تکنیک چرخش، زمان انجام آن بیشتر از روش قبلی بوده است. |

**3- بیان مساله**

در برنامه های واقعیت افزوده بر روی دستگاه های سیار، تولید محتوای مجازی توسط کاربران در موقعیت دلخواه کاربر یک مساله چالش برانگیز است[11]. وهمانطور که در قسمت های قبل اشاره کردیم تعاملات هم معمولا از طریق صفحه لمسی به دلیل فراگیر بودن و سهولت بر روی دستگاه های هوشمند، انجام میگیرد[5]. کاربر می تواند دستگاه خود را در دست بگیرد و در هنگام راه رفتن نیز با آن تعامل داشته باشد اما برای کاربر سخت خواهد بود که گوشی همراه خود را همواره، بدون لرزش و ثابت، در دست خود نگه دارد و مثلا با صفحه لمسی آن کار کند. سیار بودن، دقت تعاملات را در ساخت و تعامل با تولیدات محتوای مجازی سیستم های واقعیت افزوده را کم میکند[1]. با توجه به مروری که بر روش های فریز پیشین داشتیم در بعضی روش ها کل صحنه فریز می شود که دیگر گویای محیط واقعی نیست و یا قسمتی از صحنه فریز می شود که بازهم ورودی بصورت لمسی است و دست را درگیر عملیات می کند. و همچنین در اکثر روش های پیشین برای ردیابی اشیا از روش های آماده سازی محیط توسط نشانگرها استفاده شده است که برای هر نوع محیطی مناسب نیست.

**1-3- راهکار پیشنهادی**

در این پژوهش ما دو روش را پیاده سازی کرده ایم، اول روش مقالات پیشین FSG و روش پیشنهادی مقاله VOF. که در هر دو روش الگوریتم شناسایی و ردیابی محیط آن بر مبنای تکنولوژی اِس-لَم است. الگوریتم اُ – آر – بی اِس- لَم انتخاب گردیده است[12]. تفاوت اصلی این دو روش این است که در روش پژوهش(VOF) بر مبنای فرمان صوتی عمل می کند و نوع تعامل از حیث تعاملات غیرلمسی می باشد ولی روش (FSG) از نوع تعاملات لمسی می باشد که دست را درگیر عملیات می کند. روش ها بر روی دستگاه آیفون 6 اِس پیاده سازی می شوند که پردازنده آن A9 chip with 64-bit architecture و دارای دوربین 12 مگاپیکسل و فیلمبرداری 4 کیلوبایت است و ظرفیت حافظه آن 2 گیگابایت است.

**2-3- روش FSG**

در این روش بعد از شناسایی محیط توسط الگوریتم اِس- لَم، کاربر با فشار دادن دکمه فریز، تصویری از صحنه تهیه می کند سپس کاربر می تواند در حالت راحت تری قرار بگیرد (در نظر داشته باشید الگوریتم ردیابی با توجه به حالت کاربر ممکن است از دست برود) و با لمس صفحه و انتخاب شی مورد نظر، سپس یادداشت گذاری متن را انجام دهد و بعد از اتمام کار صحنه را از حالت فریز خارج می نماید. اگر الگوریتم قطع شده باشد مجدد به شناسایی محیط می پردازد و نقاط مورد نظر سرجای خود بصورت بروز قرار می گیرند.

**3-3- روش VOF**

در این روش ابتدا از بین موتورهای تشخیص صدا، کامپوننت اُپن-اییرز مختص تلفن های هوشمند آی-اُ-اِس را انتخاب کردیم این کامپوننت می تواند در حالت آفلاین نیز کار خود را انجام دهد. با اضافه کردن فریم ورک تشخیص صدا ابتدا تنظیماتی از قبیل تعریف دیکشنری انجام گردید و کلمات مورد نظر برای فرمان های صوتی و نام تعدادی اشیا برای برنامه تعریف گردید، همچنین تنظیم دیگری که انجام گردید این بود که در وسط صفحه نمایش با مختصات مشخص یک کراس هیربرای نشانه گیری دقیق شی مورد نظر قرار دادیم.

برنامه ابتدا با الگوریتم ردیابی محیط را شناسایی می کند، سپس با گرفتن تلفن هوشمند با هر دو دست برای هدف گیری شی مورد نظر از کراس هیر وسط صفحه کمک میگیرد. با انتخاب شی مورد نظر فرمان صوتی فریز صادر می شود صحنه فریز میگردد اگر نقطه مورد نظر به درسی انتخاب شده است متن دلخواه را بصورت صوتی برای یادداشت گذاری تلفظ می کنیم و سپس با فرمان اُکی برنامه از حالت فریز در می آید و به سراغ هدف بعدی می رویم اما اگر در حالت فریز دیدیم که هدف مورد نظر مثلا بر اثر لرزش دست یا حرکت خود شی به درستی انتخاب نشده است می توانیم با فرمان صوتی کنسل از حالت فریز خارج شویم و دوباره از ابتدا هدف گیری نماییم. در این روش بصورت گسسته صحنه را فریز می کنیم و بر روی اشیا یادداشت می گذاریم.

**4-3- نتایج**

از آنجا که نتایج تحقیق حاضر با استفاده از زمینه و بستر شناختی و معلوماتی که از طریق تحقیقات قبلی بهبود و بهینه سازی الگوی سیستم واقعیت افزوده را برعهده دارد از حیث هدف در زمره تحقیقات کاربردی قرار دارد و از منظر روش جمع آوری اطلاعات در حیطه تحقیقات توصیفی پیمایشی قرار دارد. در این جا مطالعه ای درون گروهی ترتیب داده شده است و یک متغیر مستقل داریم و آن هم نوع روش تعامل می باشد. کاربران ابتدا آموزشی اولیه برای کار با سیستم دریافت می کنند و بعد از آن به مدت بیست دقیقه با سیستم کار می کنند و با سیستم آشنا می شوند و راهنمایی های اولیه را دریافت می کنند. سپس کاربران بدون راهنمایی برنامه را تست کردند آن ها وظیفه داشتند تا در هر روش بر روی 5 شی، نام اشیا را به عنوان محتوای مجازی برچسب گذاری کنند و بعد از اتمام کار پرسشنامه ای در اختیارشان قرار گرفت. یکسری اطلاعات از قبیل تجربه قبلی کاربران از کار با دستگاه های دستی، کار با سیستم های واقعیت افزوده و ... از کاربر دریافت گردید و همچنین بایستی کاربرد پذیری روش های این پژوهش را ارزیابی می نمودند که این امر با استفاده از پرسشنامه مقاله[2] ارزیابی گردیده است که با 9 سوال: انجام کار، مقدار استرس ذهنی، استرس جسمی، روند طبیعی کار،مشارکت بلادرنگ، یادگیری برنامه، استفاده از برنامه و میزان راهنمایی برای انجام کار، را با مقیاس لیکرت 7 نقطه ای بررسی کرده ایم.

**4-تجزیه و تحلیل داده ها**

تعداد شرکت کنندگان در آزمایش 20 نفر بوده است. که از این 20 نفر ده نفر آن ها زن و ده نفر دیگر مرد بوده اند. تمامی شرکت کنندگان تجربه کار با دستگاه لمسی را داشتند. سه نفر تجربه کار با برنامه های واقعیت افزوده، و یک نفر تجربه بسیار کم را داشتند و 16 نفر تجربه قبلی، کار با برنامه های واقعیت افزوده را نداشتند. از بین شرکت کنندگان 15 نفر راست دست و 5 نفر چپ دست بوده اند.

از آن جا که هدف اصلی در این پژوهش افزایش مشارکت بلادرنگ بودن سیستم بوده است و این مورد در ارزیابی کاربردپذیری گنجانده شده است فرضیه زیر را در نظر گرفته ایم:

استفاده از صحنه فریز شده برای تایید درستی مکان محتوای مجازی روش VOF نسبت به روش فریز FSG بلادرنگ تر بودن آن تفاوت معناداری ندارد.H0:

استفاده از صحنه فریز شده برای تایید درستی مکان محتوای مجازی روش VOF نسبت به روش فریز FSG بلادرنگ تر بودن آن بیشتر است.H1:

در اینجا برای اولویت بندی بین شاخصه مشارکت بلادرنگ در دو روش از آزمون فریدمن استفاده می کنیم در آزمون فریدمن فرض H0 مبتنی بر یکسان بودن میانگین رتبه ها در بین گروه هاست. رد شدن فرض صفر به این معنی است که در بین گروه ها حداقل دو گروه با هم اختلاف معنا داری دارند. همچنین سطح معناداری بدست آمده از آماره کای اسکور از آزمون فریدمن، گویای این مطلب است که درصد خطای تائید اثرمعناداری آزمون فوق با سطح اطمینان 95% معنادار می باشد(جدول2).

**جدول 2 : نتیجه آزمون فریدمن**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| روش | تعداد | اولویت بندی | آماره کای اسکور | درجه آزادی | سطح معنا داری |
| FSG | 20 | 2 | 8.332 | 1 | 0.004 |
| VOF | 20 | 1 |

در شکل 1 مقایسه کاربردپذیری دو روش FSG و VOF را می توان دید که در موارد انجام کار بخوبی، انجام کار بدون راهنمایی های اولیه، پیشرفت کار بصورت طبیعی و مشارکت بلادرنگ با محیط واقعیت افزوده در روش پیشنهادی پژوهش بهتر بوده است اما در گزینه مشارکت بلادرنگ این تفاوت بیشتر از بقیه موارد بوده است.



**شکل1: نتایج سوالات کاربردپذیری**

**5-نتیجه گیری**

هدف ما در این تحقیق ارایه متدی، برای فرآیند تعامل انسان با سیستم های کامپیوتری واقعیت افزوده دستی است. امروزه این امر مورد توجه عموم عده زیادی از پژوهشگران می باشد که سعی در ارایه سیستم هایی با روشهایی هستند که مسایل ارگونومیک را در آن بخوبی رعایت نمایند تا کاربر به راحتی با محیط و سیستم ارتباط برقرار کند و دور از هرگونه استرسی این امر برایش میسر باشد. با توجه به موضوع پژوهش برای بررسی مشارکت بلادرنگ سیستم و محیط سعی شد تا معیارهای کاربردپذیری را در روش های ارایه شده ارزیابی نماییم گرچه در پژوهش هدف اصلی افزایش و بلادرنگ بودن سیستم با کاهش زمان فریز صحنه بود که با آزمون فریدن این امر اثبات گردید، اما با وجود افزایش بلارنگ بودن سیستم، با توجه به ارزیابی کلی کاربردپذیری همچنان کاربران تمایل داشتند که از روش قبلی یعنی FSG استفاده کنند. در پژوهش های آتی محققان می توانند بر روی دیگر معیارهای کاربردپذیری تمرکز کنند و متدهای دیگری را ارائه و نتیجه بهتری کسب کنند. و همچنین بر روی روش های کاهش نویز در حالت استفاده از صدا برای تعامل با سیستم های واقعیت افزوده کار انجام گیرد و شرایط را برای کاربردی کردن سیستم های واقعیت افزوده در محیط های غیرآزمایشگاهی مهیا نمود.

**6-مراجع**

1. Lee GA, Yang U, Dongsik KJ, Kim KH, Kim JH, Choi JS 2009. Freeze-set-go interaction method for handheld mobile augmented reality environments. Proceedings of the 16th ACM symposium on virtual reality software and technology (VRST’09), p 143–146.
2. Arshad, H., Chowdhury, S.A., Chun, L.M. et al. 2015. A freeze-object interaction technique for handheld augmented reality systems. Multimedia Tools and Applications. vol 75. pp 5819–5839.
3. Bai H, Lee GA, Billinghurst M. 2012. Freeze view touch and finger gesture based interaction methods for handheld augmented reality interfaces. Proceedings of the 27th Conference on Image and Vision Computing New Zealand, p 126–131.
4. Gervautz M. Schmalstieg D. 2012. Anywhere interfaces using handheld augmented reality computer 45(7):26-31
5. Huang W, Alem L, Livingston M .2013. Human Factors in Augmented Reality Environments, In: Li N, Been-Lirn Duh H: Cognitive Issues in Mobile Augmented Reality: An Embodied Perspective, 1rst edn., New York, Springer Science+Business Media, PP:109-137
6. Van Krevelen D.W.F.R, Poelman R. 2010. A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. IntJ Virtual Real;9(2):1–20.
7. Langlotz T, Schmalstieg D. 2014. Next-generation augmented reality browser: rich, seamless, and adaptive. Proceeding of the IEEE, vol. 102, No. 2 , p , 155.
8. Güven S, Feiner S, Oda O (2006) Mobile augmented reality interaction techniques for authoring situated media on-site. Proceedings of Fifth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, p 235–236
9. Azuma R. 1997.A survey of augmented reality.
10. Vincent, T., Nigay, L., Kurata, T. 2013. Precise pointing techniques for handheld augmented reality. In: Proc INTERACT 2013, LNCS 8117, IFIP-Springer. pp. 122-139.
11. Polvi J, Taketomi T, Yamamoto G, Dey A, Sandor Ch, Kato H. 2016. SlidAR: A 3D positioning method for SLAM-based handheld augmented reality.
12. Mur-Artal R. Tard´os J. 2015. ORB-SLAM: Tracking and mapping recognizable features. workshop on multi view Geometry in robotics (MVIGRO), vol. 31, no. 5, pp. 1147–1163.

1. Mobile computing [↑](#footnote-ref-1)
2. UMPC (Ultra Mobile Personal Computer) [↑](#footnote-ref-2)
3. MID (Mobile Internet Device) [↑](#footnote-ref-3)
4. Handheld device [↑](#footnote-ref-4)
5. Tangible interaction methods [↑](#footnote-ref-5)
6. Intangible interaction methods [↑](#footnote-ref-6)
7. Embodied interaction [↑](#footnote-ref-7)
8. Natural gesture interaction [↑](#footnote-ref-8)
9. Freeze [↑](#footnote-ref-9)