

طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم راهنمای کاربر در فضای بسته با استفاده از واقعیت افزوده بافت آگاه

نیما اسدی^۱، محمدرضا ملک^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه

نصیرالدین طوسی

nimaasadi29@gmail.com

^۲ دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

mrmalek@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت خرداد ۱۳۹۸، تاریخ تصویب بهمن ۱۳۹۹)

چکیده

در سرویس‌های مکان‌مبنا افزایش تعامل کاربر با محیط می‌تواند شناخت او از محیط را افزایش دهد. ترکیب این سرویس‌ها با فناوری واقعیت‌افزوده یکی از روش‌هایی است که این تعامل را افزایش می‌دهد. چراکه فناوری واقعیت‌افزوده عناصر مجازی مانند اطلاعات متنی، گرافیکی و غیره را با دنیای واقعی ادغام می‌کند و اشیاء مختلف از دنیای واقعی را با اطلاعات مجازی متناظر آن برای کاربر نمایش می‌دهد. اما استفاده از این فناوری در سرویس‌های مکان‌مبنا، می‌تواند مشکلاتی به همراه داشته باشد. برای نمونه، با افزایش حجم اطلاعات از محیط پیرامون، نمایش آن در صفحه نمایش دستگاه همراه با اندازه‌های محدود، باعث ناخوانایی می‌شود و سودمندی این اطلاعات را کاهش می‌دهد. یکی دیگر از مشکلات استفاده از واقعیت‌افزوده، یکنواختی اطلاعاتی است که به کاربر نشان داده می‌شود. یعنی با تغییر شرایط محیطی کاربر ممکن است اطلاعات تغییر کنند، اما اطلاعات نمایشی ثابت می‌ماند. در تحقیق حاضر برای غلبه بر مشکلات ذکر شده، از ترکیب واقعیت‌افزوده و بافت‌آگاهی استفاده شده است. بافت‌آگاهی، محیط و تغییرات محیطی کاربر را در نظر گرفته و رفتار سیستم را مطابق با آن تغییر می‌دهد. سیستم پیشنهاد شده در این تحقیق با بهره‌گیری از بافت‌های فاصله، دوران، زمان و تفکیک‌پذیری کاربر را در یک فضای بسته راهنمایی می‌کند. نمونه اولیه این سیستم در طبقه سوم دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و در بستر اندروید پیاده‌سازی شده است. برای موقعیت‌یابی در فضای بسته از روش پیمایش پیاده‌رو و حسگرهای شتاب‌سنج،ژیروسکوپ و مغناطیس‌سنج استفاده شده است.

برای ارزیابی کارایی سیستم، یک تست کارایی انجام شده است. در این تست در هر اجرا توسط کاربران مختلف، میزان مصرف حافظه دسترسی تصادفی و واحد پردازش مرکزی، در دو حالت بافت‌آگاه و غیربافت‌آگاه اندازه‌گیری شده است. نتایج حاصل از این تست نشان می‌دهد سرویس بافت‌آگاه، حافظه دسترسی تصادفی دستگاه همراه را به میزان ۳۷/۸۱ درصد و واحد مرکزی پردازش دستگاه همراه را ۱/۸۳ درصد کمتر نسبت به سرویس غیربافت‌آگاه، اشغال کرده است. علاوه بر این نحوه اجرای برنامه توسط کاربرهای مختلف، با طرح پرسش‌هایی راجع به رابط کاربری سرویس، عملکرد سرویس بافت‌آگاه و عملکرد سرویس غیر بافت‌آگاه، ارزیابی شده است. نتایج نشان می‌دهد، کاربران از عملکرد سیستم بافت‌آگاه رضایت دارند.

واژگان کلیدی: واقعیت افزوده بافت آگاه، موقعیت‌یابی در فضای بسته، پیمایش پیاده‌رو

۱- مقدمه

فراگیری سنجنده‌ها و توسعه شبکه‌های ارتباطی، موجب توجه بیشتر به رایانش بافت‌آگاه در محیط‌های بسته شده است. بافت‌آگاهی ریشه در پردازشگری در هر جا و هر زمان دارد و هدف آن درک تغییرات محیط در سیستم‌های رایانه‌ای است. بدینوسیله رایانه‌ها می‌توانند نسبت به تغییرات محیط واکنش نشان دهند. بنابراین با وجود صفحه‌ی نمایش کوچک، پهنای باند کم، مشکلات تعامل و نیاز سریع کاربر به دریافت پاسخ از سرویس انگیزه مهمی برای ارائه اطلاعات بر اساس فعالیت کاربران و محیط اطراف او می‌باشند.

برنامه‌های کاربردی مکان‌مبنای بافت‌آگاه علاوه بر داده‌های موقعیت از داده‌های دیگر مانند جهت کاربر و غیره استفاده می‌کنند. با بهره‌گیری از این اطلاعات، تعامل با کاربر بهتر و اطلاعات مرتبط به صورت بهینه به او عرضه می‌شود. در سرویس‌های بافت‌آگاه محیط و تغییرات محیطی کاربر در نظر گرفته می‌شود و خروجی سرویس تابعی از این تغییرات می‌باشد. این در حالیست که خروجی برنامه‌های غیربافت‌آگاه بر اساس یک ورودی مشخص است و تغییر بافت را در نظر نمی‌گیرند.

برای افزایش تعامل کاربر با محیط در این سرویس‌ها می‌توان از فناوری واقعیت افزوده استفاده کرد. واقعیت افزوده، لایه‌ای از اطلاعات یا محتوای مجازی را در دنیای واقعی در زمان آنی نشان می‌دهد که علاوه بر افزایش تعامل، باعث بهبود درک وی از محیط اطراف می‌شود. برای ایجاد یک سرویس مکان‌مبنای بافت‌آگاه مبتنی بر واقعیت‌افزوده، باید بافت‌های کاربر در هر لحظه و در هر مکان استخراج شود و مطابق این بافت‌ها اطلاعاتی از طریق واقعیت‌افزوده به کاربر نمایش داده شود [۱].

نوآوری این تحقیق ترکیب واقعیت‌افزوده با بافت‌آگاهی در محیط‌های بسته است. استفاده از واقعیت‌افزوده به تنهایی مشکلاتی دارد. یکی از این مشکلات نمایش حجم بالای اطلاعات مجازی در صفحه نمایش بوده که باعث ناخوانایی می‌شود. مشکل دیگر یکنواختی و ثبات اطلاعات نمایشی در واقعیت‌افزوده در شرایط مختلف محیطی و فیزیکی است. برای ارائه مناسب اطلاعات قاعدتا باید در شرایط مختلف نوع ارائه متناسب با شرایط تغییر کند. بنابراین در تحقیق حاضر برای رفع این مشکلات یک

سیستم واقعیت‌افزوده بافت‌آگاه طراحی و پیاده‌سازی شده که با استفاده از بافت کاربر و محیط، اطلاعات متناسب را در یک محیط بسته به کاربر نشان می‌دهد.

در بخش بعدی مروری بر تحقیقات انجام شده خواهیم داشت. در بخش ۳ مبانی مربوط به واقعیت‌افزوده و بافت-آگاهی را توضیح خواهیم داد و بخش‌های ۴، ۵ و ۶ به ترتیب مربوط به مدلسازی سیستم پیشنهادی، پیاده‌سازی و ارزیابی، و نتیجه‌گیری است.

۲- پیشینه تحقیق

با توسعه‌ی تجهیزات هوشمند و حسگرها، پیشرفت چشمگیری در زمینه‌ی حسابگری همه‌جاگه صورت گرفته است. بطوریکه در سال‌های اخیر بدون نیاز به سخت-افزارهای خاص و تنها با استفاده از دستگاه‌های همراه برنامه‌های کاربردی واقعیت‌افزوده و سرویس‌های بافت‌آگاه پیاده‌سازی شده‌اند. در زمینه بافت‌آگاهی و واقعیت‌افزوده تحقیقات فراوانی در شاخه‌های مختلف از جمله پزشکی، علوم رایانه، آموزش، ناوبری و سرویس‌های مکان‌مبنا انجام شده است که در ادامه به بیان آن می‌پردازیم.

۲-۱- بافت‌آگاهی

Schilit و Theimer از اولین کسانی بودند که عبارت "بافت‌آگاهی" را معرفی کردند [۲] و [۳]. پس از آن، تعاریف دیگری از بافت و سیستم‌های بافت‌آگاه توسط محققان علوم رایانه مطرح شد و با گذشت زمان مفهوم بافت‌آگاهی جز جدایی ناپذیر حسابگری همه‌جاگه شد. به همین دلیل مطالعات فراوانی در زمینه‌های علوم رایانه، ریاضیات، مهندسی، مدیریت و تجارت انجام شده است.

در [۴] سرویس ناوبری عابر پیاده بافت‌آگاه در فضای باز طراحی و پیاده‌سازی شده است. در این تحقیق ناوبری پیاده اینگونه دسته‌بندی شده است: یافتن موقعیت^۱، مسیریابی بهینه^۲، جهت^۳، موقعیت‌یابی^۴ و راه‌یابی. همچنین بافت در چهار کلاس متحرک^۵، زیرساخت متحرک، حرکت و انگیزه طبقه‌بندی شده است. هر یک از

^۱ Location Finding

^۲ Optimal Path Finding

^۳ Orientation

^۴ Positioning

^۵ Mobile

این کلاس‌ها زیر کلاس‌هایی دارند و زیرکلاس‌ها ویژگی‌ها و متدهای خاص خود را دارند که بافت‌های تاثیرگذار را نشان می‌دهند. با استفاده از بافت‌های موثر، یک سرویس ناوبری پیاده در فضای باز پیشنهاد شده است.

در [۵] سرویس ناوبری بافت‌آگاه در فضای بسته پیاده‌سازی شده است. این سیستم از تلفیق دو روش گراف‌مبنا و مدل هندسی برای ناوبری استفاده کرده است. موقعیت کاربر در این مطالعه از طریق اسکن کردن کد QR^۱ تعیین می‌شود. تفاوت این تحقیق با سیستم ما در بافت‌های استفاده شده و همچنین روش موقعیت‌یابی در فضای بسته است. یکی از مشکلات این تحقیق روش موقعیت‌یابی است که به محیط اطراف بستگی دارد و مستقل نیست. در [۶] یک معماری پیشنهاد شده که در آن کاربر می‌تواند از طریق واقعیت افزوده با محیط تعامل داشته باشد. این معماری با استفاده از اصول وب معنایی، بافت‌آگاهی و شخصی‌سازی کاربر را فراهم می‌کند. بافت‌ها از طریق هستی‌شناسی مدل‌سازی شده و با زبان OWL^۲ در یک وب سرویس پیاده‌سازی شده‌اند. در [۷] برنامه‌ی کاربردی راهنمای بافت‌آگاه طراحی و پیاده‌سازی شده است. این برنامه‌ی کاربردی با استفاده از یادگیری ماشین، وضعیت و ترجیحات کاربر را استخراج می‌کند. از تکنیک SVM^۳ برای یادگیری ماشین استفاده شده است. همچنین از روش PCA^۴ برای تولید داده‌ی ورودی برای SVM استفاده شده است. تفاوت این تحقیق با تحقیق حاضر در بافت‌های استفاده شده است. همچنین سیستم پیشنهادی در این تحقیق از واقعیت‌افزوده استفاده نکرده است.

در مطالعه‌ی [۸] یک سیستم توصیه‌گر بافت‌آگاه شخصی‌سازی شده طراحی و پیاده‌سازی شده است. در سیستم پیشنهاد شده از ترکیب داده‌های حسگر تلفن هوشمند و ترجیحات کاربر برای بهبود توصیه‌گری استفاده شده است. بافت‌آگاهی سیستم شامل فیلتر کردن داده‌های خام، استخراج بافت و استنتاج بافت است. سیستم برای توصیه‌ی رستوران مناسب کاربر، در بستر وب و موبایل پیاده‌سازی شده است. تفاوت این سیستم با سیستم پیشنهادی در تحقیق حاضر، عدم استفاده از واقعیت‌افزوده است.

در [۹] یک سیستم ناوبری بافت‌آگاه در فضای بسته با استفاده از واقعیت افزوده طراحی شده است. در این سیستم، واقعیت افزوده از طریق ردیابی بصری^۵ و حسگرهای تلفن هوشمند پیاده‌سازی شده است. این سیستم، دریافت ناشی از عدم تطبیق محتوا در نمایش واقعیت افزوده با عوارض حقیقی در دنیای فیزیکی، و هزینه‌ی محاسبات را کاهش داده و واقعیت افزوده بدون نشانه را فراهم می‌آورد. تفاوت این تحقیق با تحقیق ما در بافت‌های استفاده شده، روش واقعیت‌افزوده و همچنین روش موقعیت‌یابی است. در این تحقیق از روش دیداری در واقعیت‌افزوده استفاده شده است که این روش هزینه‌ی محاسباتی بالایی دارد و این موضوع امکان ارائه‌ی یک سیستم آنی در دستگاه‌هایی با منابع سخت‌افزاری محدود را دچار مشکل می‌کند.

در تحقیق [۱۰] واقعیت افزوده‌ی بافت‌آگاه در فضای بسته پیشنهاد شده است. یکی از ویژگی‌های سیستم پیشنهاد شده نمایش کوتاه‌ترین مسیر و جستجو صوتی است. تفاوت این مطالعه با تحقیق ما در بافت‌های استفاده شده است. در این تحقیق تنها از بافت موقعیت کاربر استفاده شده است.

در [۱۱] سیستم در یک کارخانه‌ی هوشمند پیاده‌سازی شده است که اطلاعات بافت‌آگاه مربوط به تجهیزات را از طریق واقعیت افزوده به کاربر نمایش می‌دهد. بافت موقعیت کاربر از طریق اسکن بارکد تعیین می‌شود. زمان، دما، گروه کاربر از بافت‌های دیگر هستند که در این مطالعه استفاده شده است. سیستم پیشنهاد شده در این تحقیق یک سیستم ایستا بوده و موقعیت کاربر ثابت می‌ماند. بنابراین علاوه بر بافت‌های استفاده شده، روش موقعیت‌یابی نیز از تفاوت‌های این سیستم با سیستم پیشنهاد شده در تحقیق ما است.

در [۱۲] و [۱۳] تلفیقی از واقعیت افزوده و بافت‌آگاهی در فضاهای هوشمند پیشنهاد شده است. در [۱۳] روش‌های ردیابی واقعیت افزوده با استفاده از بافت بهبود یافته است. از بافت‌های گوناگونی مانند میزان نور محیط، صدا و غیره استفاده شده است. هدف سیستم پیشنهادی در این تحقیق بهبود در ردیابی واقعیت‌افزوده است و این با یک سیستم واقعیت‌افزوده‌ی بافت‌آگاه متفاوت است. در [۱۲] بستری

^۱ Quick Response Code

^۲ Ontology Web Language

^۳ Singular Value Decomposition

^۴ Principal Component Analysis

^۵ Vision Tracking

برای بصری‌سازی سه بعدی نقشه از طریق واقعیت افزوده طراحی شده است. ناوبری در شهر و تعامل با محیط اطراف، هدف اصلی این مطالعه است. اطلاعات ضروری برای کاربر، مطابق با بافت کاربر، به شکل سه بعدی برای کاربر از طریق واقعیت افزوده، نمایش داده می‌شود. تفاوت این تحقیقات با تحقیق ما در بافت و محیط است. این سیستم‌ها در محیط باز و با بافت‌های متفاوتی پیاده‌سازی شده‌اند.

۲-۲- واقعیت افزوده

واقعیت افزوده به صورت تلفیق آنی نمای واقعی با عناصر تصویری تولید شده در کامپیوتر تعریف می‌شود. در طرح "بررسی واقعیت افزوده" Azuma در سال ۱۹۹۷، کاربردهای گوناگون واقعیت افزوده از قبیل کاربردهای پزشکی، حوزه ساخت و تولید، تحقیقات، اعمال مکانیکی و حوزه سرگرمی و اوقات فراغت را مورد پژوهش قرار داد. پس از آن دهه و در اوایل دهه اول سال ۲۰۰۰، نرم افزار AR Toolkit ترکیبی از تصاویر گرافیکی و زندگی واقعی را با استفاده از تکنیک ردیابی ویدئویی برای تطبیق تصاویر گرافیک کامپیوتری بر روی تصاویر دوربین‌های ویدئویی ارائه کرد. با ورود به این دهه تلاش‌های متعددی در زمینه توسعه‌ی کتابخانه‌ها و استفاده از واقعیت افزوده در شاخه‌های علمی صورت گرفت [۱۴].

در سال‌های اخیر از فناوری واقعیت افزوده در خدمات مکان‌مبنا و ناوبری استفاده‌های فراوانی شده است. در [۱۵] از واقعیت افزوده برای ناوبری در فضای بسته استفاده شده است. در این تحقیق با شناسایی عارضه، موقعیت کاربر محاسبه شده و ناوبری انجام می‌شود.

در [۱۶] ترکیبی از واقعیت افزوده و پایگاه داده‌ی گراف مبنا به همراه داده‌های OSM^۱ به منظور ناوبری استفاده شده است. سه سرویس بر اساس استاندارد کوتاه-ترین مسیر در حالت‌های سواره، پیاده و ویلچر پیاده‌سازی شده است. علاوه بر این حالت چهارم سرویس ناوبری با استفاده از عکس‌ها در محیط واقعیت افزوده جهت راهنمایی بصری کاربران، پیاده‌سازی شده است. در [۱۷] سیستمی برای ناوبری کاربر در نمایشگاه‌ها در ترکیب با واقعیت افزوده استفاده شده است. همچنین با استفاده از

برچسب‌های RFID^۲ موقعیت کاربر بصورت آنی برای کاربر فراهم می‌شود. در [۱۸] یک سیستم توصیه‌گر واقعیت افزوده برای ناوبری در موزه پیشنهاد شده است که با توجه به بافت کاربر، پیشنهادات مناسب را به کاربر می‌دهد. تفاوت مطالعات بررسی شده در بخش واقعیت‌افزوده با تحقیق حاضر در بافت‌آگاهی است. سیستم‌های پیشنهاد شده در این مطالعات، سیستم‌های غیربافت‌آگاه هستند.

در [۱۹] یک سیستم واقعیت افزوده در فضای بسته بر اساس موضع‌یابی مافوق صوت پیشنهاد شده است. در این تحقیق یک سیستم موقعیت‌یابی بر اساس گره‌های زنجیره‌ای^۳ پیاده‌سازی شده است. این گره‌ها با استفاده از ترکیب امواج رادیویی و تکنیک‌های مافوق صوت فاصله‌ی بین دو گره را محاسبه می‌کنند. در [۲۰] یک سرور مکانی برای فراهم کردن لایه‌های مختلف نقشه و محتوا در دستگاه همراه توسعه شده است. این سیستم علاوه بر نمایش اطلاعات از طریق واقعیت افزوده، نقاط جذاب نزدیک و مسیر کاربر تا مقصد را روی نقشه نمایش می‌دهد. مطالعات [۱۹] و [۲۰] نیز مانند مطالعات پیشین در این بخش، غیربافت‌آگاه هستند و این موضوع تفاوت آن‌ها با سیستم پیشنهادی در تحقیق ما را نشان می‌دهد. در [۲۱] یک چارچوب یکپارچه واقعیت افزوده‌ی بافت‌آگاه پیشنهاد شده که از راهنمایی هوشمند پشتیبانی می‌کند. در این سیستم کاربران می‌توانند در محیط موزه تولید محتوا کنند. برچسب‌گذاری روی اشیاء در دنیای واقعی برای افزودن اطلاعات بر روی آن، از دیگر ویژگی‌های این چارچوب است. روش موقعیت‌یابی در فضای بسته و همچنین بافت‌های استفاده شده از تفاوت‌های این تحقیق با تحقیق ما است. در [۲۲] یک سیستم ناوبری در موزه پیشنهاد شده است. موقعیت‌یابی در این سیستم از طریق قطعات BLE^۴ انجام شده است. سیستم با تعیین موقعیت بازدید کنندگان، توزیع جمعیت بازدید کنندگان در اتاق‌های مختلف را آنالیز کرده و ناوبری را به کاربر پیشنهاد می‌دهد. سیستم پیشنهادی در این تحقیق یک سیستم غیربافت‌آگاه است. همچنین روش موقعیت‌یابی نیز متفاوت با سیستم پیشنهادی ما است.

^۲ Radio-Frequency Identification

^۳ Cricket nodes

^۴ Bluetooth Low Energy

^۱ Open Street Map

۳- حسابگری بافت آگاه و واقعیت افزوده

در این بخش، مبانی مربوط به بافت آگاهی، از جمله انواع بافت و طبقه بندی آن‌ها، و مبانی واقعیت افزوده، مانند روش‌های ردیابی و موقعیت‌یابی در واقعیت افزوده، را بررسی خواهیم کرد.

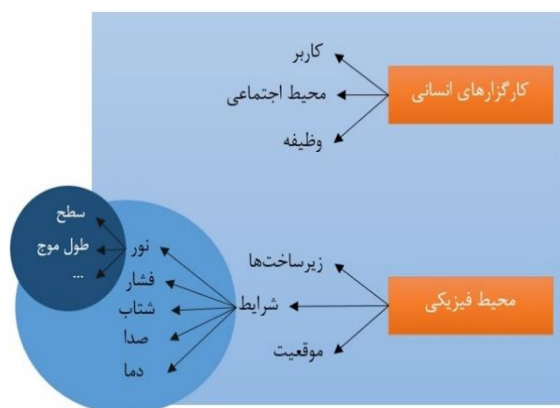
۳-۱- حسابگری بافت آگاه

تلاش‌ها برای تلفیق حسابگری با محیط اطراف به منظور بالا بردن توانایی‌های کاربر، باعث بوجود آمدن حسابگری بافت آگاه گردید. حسابگری بافت آگاه یکی از اساسی‌ترین پایه‌های شکل‌گیری حسابگری هرجاگاه است. یکی از اهداف حسابگری بافت آگاه، اخذ و استفاده از اطلاعات بافتی دستگاه همراه، برای فراهم آوردن سرویس‌هایی است که مناسب افراد، مکان و واقعه خاصی باشند. اصطلاح "بافت آگاه" اولین بار در [۲۳] عرضه شد. نویسندگان این مقاله بافت را موقعیت، مشخصات افراد و اشیاء مجاور و تغییرات آن‌ها تعریف کرده‌اند. همچنین طبق این تحقیق سیستم بافت آگاه این‌گونه تعریف می‌شود: "سیستمی که بتواند خود را با موقعیت مکانی که در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، مجموعه افراد و اشیاء مجاور و نیز با تغییراتشان در طول زمان، منطبق کند".

Schmidt و همکاران بافت را بعنوان "دانشی درباره‌ی حالت کاربر و دستگاه IT شامل محیط اطراف، وضعیت، و در حد کمی، موقعیت" تعریف کرده‌اند. از میان تعاریفی که تا کنون از بافت شده است، تعریف Abowd و همکاران جامع‌تر است. طبق این تعریف، بافت هرگونه اطلاعاتی است که بتوان از آن برای مشخص کردن وضعیت یک موجودیت استفاده کرد. یک موجودیت، یک شخص، مکان و یا شیء است که در تعامل میان کاربر و برنامه کاربردی مورد توجه است و می‌تواند شامل خود کاربر و یا برنامه‌ی کاربردی باشد. از آنجایی که بافت یک مفهوم بسیار کلی است، بسیاری از محققان، نه بر اساس ارائه تعریف کلی، بلکه با استفاده از برشمردن مثال‌هایی در مورد بافت و متمایز کردن ابعاد مختلف بافت‌ها، سعی در ارائه‌ی تصویری روشن از بافت‌ها داشته‌اند. طبقه‌بندی انواع بافت به طراحان برنامه‌های کاربردی کمک می‌کند تا راحت‌تر اقلام بافتی متناسب با برنامه خود را بیابند [۲۴]. در ادامه به بررسی برخی از طبقه‌بندی‌های ارائه شده می‌پردازیم.

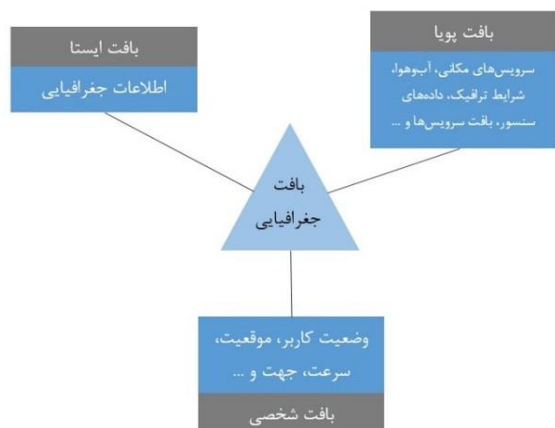
۳-۱-۱- طبقه‌بندی بافت

Schmidt و همکاران، همانگونه که در شکل ۱ نمایش داده شده است، بافت را به دو دسته کارگزاران انسانی و محیط فیزیکی تقسیم می‌کنند. هر کدام از این دسته‌ها خود به زیر دسته‌هایی تقسیم می‌شود [۲۴].



شکل ۱- طبقه‌بندی بافت [۲۴]

Abowd و همکاران انواع بافت را در چهار دسته‌ی مکان، هویت، زمان و فعالیت طبقه‌بندی کرده‌اند. این بافت‌ها، بافت‌های اولیه هستند که به عنوان معیاری برای دیگر منابع بافت به کار می‌روند. برای مثال با دانستن موقعیت، زمان و برنامه‌ی زمانی کاربر، برنامه‌ی کاربردی از وضعیت کنونی کاربر آگاه می‌شود و مطابق با آن سرویسی را ارائه می‌دهد [۲۵]. Hong انواع بافت را از نقطه نظر منبع دریافت در برنامه کاربردی، به سه زیر گروه بافت درونی؛ مانند وضعیت کاربر، مکان، سرعت و جهت کاربر، بافت ایستا؛ که منتج از اطلاعاتی چون اطلاعات مکانی موجود بوده، و بافت پویا؛ که منتج از اطلاعات سنجنده‌هاست، تقسیم کرده است. در شکل ۲ بافت مکانی به تفکیک این طبقات به صورت نمادین نشان داده شده است [۲۶].



شکل ۲- انواع بافت‌های جغرافیایی [۲۶]

در [۲۵] بافت‌ها بر اساس نوع کارکردشان به دو دسته فعال و منفعل تقسیم شده‌اند. بر اساس این تقسیم‌بندی، بافت‌های فعال، بافت‌هایی هستند که بر روی رفتار برنامه کاربردی همراه تاثیر گذاشته و نوع کارکرد آن را تعیین می‌کنند و بافت‌های منفعل، به برنامه کاربردی وابسته بوده ولی لازم نیست برنامه خود را با این بافت‌ها وفق دهد.

در [۲۷] با توجه به دو رویکرد عملیاتی و مفهومی و همچنین با توجه به اینکه بافت اولیه است یا ثانویه، یک طبقه‌بندی ارائه شده است. طبق این مطالعه، بافت اولیه بافتی است که بدون استفاده از بافت دیگری یا اعمال هیچگونه عملیات روی حسگر، دریافت شود. بافت ثانویه، بافتی است که با استفاده از بافت اولیه محاسبه می‌شود. شکل ۳ شکلی از این طبقه‌بندی را نشان می‌دهد.

[۲۸] بافت را از دیدگاه مردم محور^۱ طبقه‌بندی کرده است. طبق این طبقه‌بندی، بافت در سه دسته‌ی بافت کاربر، بافت فیزیکی و بافت شبکه قرار می‌گیرد. بافت کاربر به اطلاعات مربوط به کاربر اشاره دارد؛ مانند موقعیت کاربر، فعالیت کاربر، روابط کاربر با دوستانش. بافت فیزیکی شامل اطلاعات فیزیکی محیط، مانند میزان نور، دما، میزان رطوبت، و همچنین اطلاعات فیزیکی مربوط به دستگاه، مانند باتری، حافظه و غیره، است. بافت شبکه شامل گنجایش شبکه، اتصالات، هزینه‌ی محاسبات، پهنای باند و غیره است.

طبقه‌بندی بافت با رویکرد عملیاتی		
	اولیه	ثانویه
موقعیت	داده‌های سنسور GPS (طول و عرض جغرافیایی)	فاصله محاسبه شده از سنسور با استفاده از مقادیر GPS
هویت	شناسایی کاربر با استفاده از برچسب‌های RFID	بازگردانی لیست دوستان کاربر از شبکه اجتماعی او شناسایی چهره کاربر
زمان	خواندن زمان از ساعت	محاسبه‌ی فصل از داده‌ای آب‌وهوایی پیش‌بینی زمان براساس فعالیت کنونی
فعالیت	شناسایی باز شدن درب از فعالیت سنسور درب	پیش‌بینی فعالیت کاربر از روی تقویم یافتن فعالیت کاربر از روی سنسورهای تلفن(شتابسنج و...)

شکل ۳- طبقه‌بندی بافت با دو رویکرد مفهومی و عملیاتی [۲۷]

^۱ People Centered

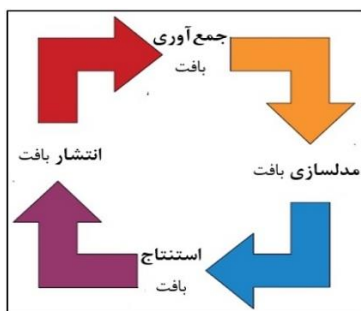
علاوه بر طبقه‌بندی بافت، آشنایی با انواع معماری در سیستم‌های بافت‌آگاه نیز، در طراحی یک سیستم بافت-آگاه کارا، تاثیرگذار است. در ادامه برخی از این معماری‌ها را بررسی خواهیم کرد.

۳-۱-۲- معماری سیستم‌های بافت‌آگاه

ایجاد عوامل بافت‌آگاه، بدون پشتیبانی از هر زیرساخت محاسباتی، می‌تواند دشوار و پرهزینه باشد. به‌منظور کاهش هزینه‌ها و مشکلاتی که برای ایجاد سیستم‌های بافت‌آگاه پیش‌رو داریم، بایستی یک معماری در اختیار داشته باشیم تا عامل‌های توزیع‌کننده بتوانند به یک مدل مشترک از بافت‌ها کمک کنند و به آن‌ها دسترسی داشته باشند و به کاربران این امکان را بدهند که در یک محیط بافت‌آگاه به اطلاعات شخصی خود دسترسی داشته باشند. در این بخش سعی داریم چند نمونه از معماری‌های پایه ارائه‌شده را شرح دهیم. یکی از این معماری‌ها سیستم‌های بافت‌آگاه را به سه دسته طبقه‌بندی می‌کند؛ دسترسی مستقیم به سنجنده، استفاده از میان‌افزارها و سرویس‌دهنده بافت [۲۴].

دسترسی مستقیم به سنجنده: بسیاری از سیستم‌های متداول بافتی، از طریق دسترسی مستقیم به حسگرهای فیزیکی، بافت را به دست می‌آورند. یک مزیت کلیدی این رویکرد این است که برنامه‌های سطح بالا می‌توانند کنترل-های زیادی را در مورد عملیات حسگرهای سطح پایین داشته باشند و می‌توانند اطلاعات بیشتری در مورد نحوه جمع‌آوری و محاسبه داده‌های مختلف داشته باشند. در مقاله [۲۹] یک سیستم جیبی بافت‌آگاه طراحی شده است. در این سیستم، موقعیت دستگاه به‌طور مستقیم با دسترسی به حسگرهای جانبی، حسگرهای محدوده مجاورت، حسگرهای لمسی و حسگرهای شیب به دست می‌آید. دسترسی مستقیم به حسگر دارای معایبی است. برای ارتباط با حسگرها در صورت افزایش بافت‌ها باید تعداد حسگرها نیز افزایش یابد و این مسئله از انعطاف‌پذیری سیستم می‌کاهد.

استفاده از میان‌افزارها: این رویکرد با قرار دادن واسط میان نرم‌افزار کاربردی و حسگرها باعث انعطاف‌پذیری سیستم می‌گردد. در این معماری مدیریت سنجش حسگر-های سطح پایین توسط میان‌افزارها انجام می‌گیرد. این کار باعث کاهش بار محاسباتی نرم‌افزارهای کاربردی می‌گردد و آن‌ها به‌جای نگرانی در ارتباط با چگونگی استخراج بافت، بر روی نحوه استفاده از بافت تمرکز می‌کنند. اگرچه



شکل ۴- چرخه حیاط بافت [۳۷]

این چرخه‌ی حیاط شامل چهار مرحله است. بافت ابتدا از منابع مختلف جمع‌آوری می‌شود. این منابع می‌توانند حسگرهای فیزیکی یا بصری باشند. سپس داده‌های جمع‌آوری شده مدلسازی می‌شوند. بافت‌های مدلسازی شده برای تبدیل به بافت‌های سطح بالا، پردازش می‌شوند و در بافت‌های پردازش شده بین کاربران توزیع می‌شوند.

۳-۲- واقعیت افزوده

واقعیت افزوده، نمایش مستقیم یا غیرمستقیم دنیای فیزیکی از طریق افزودن اطلاعات مجازی به آن است. این اطلاعات مجازی، مانند متن، عکس، ویدیو و انیمیشن، در رایانه ساخته می‌شوند. از نظر Milgram واقعیت افزوده دارای ویژگی‌های ترکیب، تثبیت و تعامل بی‌درنگ است. منظور از ترکیب یا تلفیق، نمایش همزمان محیط واقعی و اشیاء مجازی در یک نمایشگر است. در واقعیت افزوده یک همبستگی منطقی بین اشیاء واقعی و مجازی براساس رابطه‌ی هندسی آن‌ها مطرح است که امکان قرار گرفتن اشیاء مجازی در مکان مناسب نسبت به اشیاء واقعی به صورت سه‌بعدی را فراهم می‌کند. این امر نشانگر ویژگی تثبیت یا تطبیق است. علاوه بر این‌ها، در واقعیت افزوده کاربر باید بتواند با اشیاء سه‌بعدی تولید شده ارتباط بی‌درنگ برقرار کند و شیء مجازی نیز در اثر حرکات کاربر به صورت بی‌درنگ تغییر وضعیت دهد [۱] و [۳۳].

در رابطه با کارایی صحیح سیستم‌های واقعیت افزوده دو مسئله مهم را باید در نظر گرفت؛ ۱- گرفتن موقعیت و سو و ۲- تطبیق کردن واقعیت با محتوای مجازی. این دو مسئله را به ترتیب به عنوان ردیابی و ثبت در نظر می‌گیرند [۱] و [۹]. در واقعیت افزوده برای اینکه این حس در کاربر القا شود که محتوای مجازی مربوط به دنیای واقعی است، نیاز به ردیابی دقیق موقعیت و جهت کاربر است. دقت ناکافی در تطبیق ممکن است باعث شود اطلاعات

ممکن است مشکلاتی برای دستگاه‌هایی با سخت‌افزار محاسباتی غنی ایجاد نکنند، اما به دلیل مشکلات منابع در دستگاه‌هایی که منابع کمتر دارند مثل تلفن‌های همراه و دستگاه‌های جاسازی‌شده، منجر به مشکل می‌شود [۳۰].

سرویس دهنده بافت: به گفته‌ی Chen در صورتی که برنامه کاربردی بافت‌آگاه دارای منابع محاسباتی محدود باشد، از یک سرور بافت استفاده می‌شود. یک سرور بافتی یک هستنده محاسباتی است که اطلاعات بافتی را در یک محیط توزیع‌شده به برنامه‌های مختلف بافت‌آگاه ارائه می‌دهد. در این رویکرد به جای ایجاد روش‌های استخراج بافت در دستگاه‌های مخدم، از یک خادم با منابع غنی استفاده می‌شود. با استفاده از این روش چندین برنامه امکان دریافت سرویس بافت از یک خادم دارند. از دیگر مزیت‌های این روش این است که، برنامه‌هایی که توانایی سنجش را ندارند با استفاده از خادم بافتی، می‌توانند بافت موردنیاز را به دست آورده و به برنامه بافت‌آگاه تبدیل شوند.

از دیدگاه [۳۱] که شبیه به دیدگاه قبلی است، معماری کلی سیستم‌های بافت‌آگاه را می‌توان به ۵ لایه تقسیم کرد: لایه‌ی مربوط به حسگرها، لایه‌ی داده‌های خام، لایه‌ی پیش‌پردازش، لایه‌ی مدیریت و ذخیره‌سازی و درنهایت لایه‌ی نرم‌افزار کاربردی.

در این تحقیق، معماری استفاده شده برای استخراج بافت، دسترسی مستقیم به سنجنده است. بافت‌های مورد نیاز به طور مستقیم از حسگرهای دستگاه همراه استخراج و پردازش می‌شوند.

۳-۱-۳- مدیریت اطلاعات بافت

چرخه‌ی حیات داده نشان می‌دهد که داده چگونه از فازی به فاز دیگر می‌رود و توضیح می‌دهد که داده چه زمانی تولید و چه زمانی مصرف می‌شود. از این رو مدیریت بافت در سیستم‌های نرم‌افزاری به یک امر اساسی تبدیل شده است. سرویس‌های مبتنی بر وب وجود دارند که با استفاده از چرخه‌ی حیاط بافت، اطلاعات بافت را مدیریت می‌کنند. در [۳۲] چرخه‌ی حیاط بافت در سیستم‌های بافت‌آگاه شامل سه فاز است؛ جمع‌آوری بافت^۱، پردازش اطلاعات و استنتاج و تصمیم‌گیری. شکل ۴ نمایشی از چرخه حیاط بافت است.

^۱ Context Acquisition

نادرست در اختیار کاربر قرار گیرد و محتوای مجازی در مکان اشتباهی برای کاربر نمایش داده شود [۳۴] و [۳۵].

روش‌های ردیابی شامل ردیابی مبتنی بر حسگر، ردیابی مبتنی بر دیدار و ردیابی ترکیبی هستند. در ردیابی مبتنی بر حسگر از حسگرهای داخلی برای ردیابی استفاده می‌شود. در سیستم‌های فضای باز اغلب از حسگر GPS استفاده می‌شود. در فضاهای بسته از حسگرهای داخلی نظیر شتاب‌سنج،ژیروسکوپ و مغناطیس‌سنج برای ردیابی استفاده می‌شود.

روش ردیابی مبتنی بر دیدار شامل متدهای رایانه بینایی است. دو متد رایج در فناوری رایانه بینایی که در [۳۶] به آن اشاره شده است، روش‌های مبتنی بر نشانگر و بدون نشانگر است. در روش مبتنی بر نشانگر از تصاویر و نشانه‌های دو بعدی برای شناسایی فضای سه‌بعدی استفاده می‌شود. از الگوهای سیاه و سفید می‌توان به عنوان نشانگر استفاده کرد. از مزایای استفاده از این روش سبک بودن محاسبات و نتایج خوب با دوربین‌های کم کیفیت است. روش‌های بدون نشانگر از عوارض طبیعی برای محاسبه موقعیت دوربین استفاده می‌کنند. در این روش، در هر فریم عوارض ثبت و شناسایی می‌شوند. به همین دلیل کم بودن کیفیت دوربین مشکل اساسی در استفاده از این روش‌ها است.

اغلب متدهای رایانه بینایی فرض را بر این می‌گیرند که نشانگرها یا اشیاء با هندسه سه‌بعدی مشخص، در محیط وجود دارند و از آن داده‌ها استفاده می‌کنند. سیستم‌های ایستا با موقعیت مشخص، ساختار سه‌بعدی محاسبه شده از قبل را دارند درحالی‌که سیستم‌های پویا از روش SLAM^۱ برای نگاشت موقعیت نشانگرها یا مدل‌های سه‌بعدی استفاده می‌کنند. در مواردی نادر که هیچ فرضی از هندسه سه‌بعدی عوارض وجود ندارد، از متد SfM^۲ استفاده می‌شود. یکی از مشکلات استفاده از روش‌های مبتنی بر دیدار این است که با جابجایی سریع دوربین، عملیات ردیابی قطع می‌شود. از طرفی حسگرهای داخلی برای حرکات با فرکانس بالا مناسب هستند و حرکات آهسته به دلیل وجود دریافت و نویز دچار خطا می‌شوند. برای دستیابی به نتایج بهتر استفاده از روش‌های ترکیبی پیشنهاد شده است [۳۴] و [۳۵].

روش‌های ترکیبی به دو دسته سیستم‌های اتصال قوی^۳ و سیستم‌های اتصال ضعیف^۴ تقسیم می‌شوند. در

سیستم‌های اتصال قوی از ترکیب حسگرها استفاده می‌شود و محاسبات حسگرها یک‌جا و باهم انجام می‌گیرد و یک موقعیت بهبود یافته تخمین زده می‌شود. اما در سیستم‌های اتصال ضعیف حسگرها جدا از هم عمل می‌کنند و محاسبات هر کدام از یکدیگر جدا است.

در این تحقیق از روش ردیابی مبتنی بر حسگرهای داخلی دستگاه همراه استفاده کرده‌ایم. یکی از دلایل استفاده از این روش عدم وابستگی حسگرها به زیرساخت محیط و همچنین هزینه محاسباتی کمتر نسبت به روش‌های دیداری است. دلیل اهمیت کم بودن هزینه محاسبات، استفاده از معماری دسترسی مستقیم به سنجنده برای استخراج بافت و همچنین آبی بودن سیستم پیشنهادی است.

۴- مدل‌سازی

سیستم‌های واقعیت افزوده دارای مزیت‌های فراوانی مانند تجسم سه بعدی و درک بهتر کاربر از محیط پیرامون خود می‌باشند. یکی از معایب این سیستم‌ها، یکنواختی اطلاعاتی است که به کاربر نمایش می‌دهد. به عنوان مثال، یک سیستم واقعیت‌افزوده راهنمای گردشگری را در نظر بگیرید که مکان‌های دیدنی را به کاربر نمایش می‌دهد و یکی از این مکان‌ها فقط در ساعات خاصی از روز در دسترس می‌باشد. سیستم‌های رایج واقعیت‌افزوده بدون در نظر گرفتن تغییرات زمان، آن مکان را حتی در ساعات تعطیلی به کاربر نمایش می‌دهند. این خود باعث راهنمایی نادرست کاربر می‌شود. از طرفی افزایش اطلاعات در واقعیت افزوده باعث سردرگمی کاربر و مانع استفاده مناسب از این اطلاعات می‌شود. به عنوان مثال اطلاعات متنی دو عارضه خیلی نزدیک به هم هم تداخل یافته و باعث ناخوانایی می‌شود. جهت حل این مشکلات از ترکیب واقعیت افزوده و بافت‌آگاهی استفاده کرده‌ایم. استفاده از بافت‌آگاهی منجر به پویایی اطلاعات نمایشی و تغییر این اطلاعات در شرایط مختلف می‌شود. این تغییرات با توجه به بافت‌های کاربر و محیط انجام می‌شود. در ادامه به بررسی بافت‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر و چگونگی استخراج این بافت‌ها می‌پردازیم.

۴-۱- شناسایی بافت‌های موثر

۴-۱-۱- بافت فاصله

کاربر در فواصل مختلف نیازمند اطلاعاتی با سطح جزئیات متفاوت است. یعنی زمانیکه کاربر به نقطه‌ای

^۱ Simultaneous Localization and Mapping

^۲ Structure from Motion

^۳ Tightly coupled systems

^۴ Loosely coupled systems

نمادها با نمادهای فواصل نزدیک تر تداخل یافته و تمرکز روی پدیده‌های نزدیک را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در فواصل دور تنها نماد و یا نام موضوع نقطه نشانه‌روی شده نشان داده می‌شود. در فاصله متوسط اطلاعات کلی از نقطه نشانه‌روی نمایش داده می‌شود و در فاصله نزدیک اطلاعات جزئی نمایش داده می‌شود. اطلاعات کلی و جزئی به محیط پیاده‌سازی بستگی دارد.

برای راهنمایی کاربر در یک محیط بسته، اطلاعات پیرامون ارائه می‌شود. اما نمایش اطلاعات، باید مستقل از محیط باشد. فارغ از اینکه سیستم در چه محیطی پیاده‌سازی شده، اطلاعات باید در یک چارچوب معین نمایش داده شوند. برای رسیدن به چنین الگویی، اطلاعات مناسب برای راهنمایی کاربر در چند محیط را بررسی کردیم. مواردی که در این محیط‌ها مشترک بود به همراه اجزای گرافیکی متناسب با آن سطح جزئیات در جدول ۱ بیان شده است.

نزدیک تر می‌شود انتظار دارد اطلاعات جزئی تری از سیستم دریافت کند. بنابراین بافت فاصله می‌تواند با پالایش اطلاعات نمایشی در فواصل مختلف، مانع سردرگمی کاربر شود. به منظور محاسبه‌ی فاصله بین کاربر و نقطه‌ی مورد نظر ما، با توجه به موقعیت کاربر که از روش پیمایش پیاده‌رو به دست می‌آید و مختصات نقاط مورد نظر که در پایگاه داده وجود دارد، از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$d = \sqrt{(X_C - X_{PDR})^2 + (Y_C - Y_{PDR})^2} \quad (1)$$

در رابطه ۱ X_C و Y_C موقعیت عارضه مورد نظر است که از قبل در پایگاه داده ذخیره شده است. X_{PDR} و Y_{PDR} مختصاتی است که از روش پیمایش پیاده‌رو محاسبه می‌شود. در این تحقیق چهار فاصله خیلی دور، دور، متوسط و نزدیک تعریف شده است. در فاصله خیلی دور نمادی برای کاربر از آن محل نشان داده نمی‌شود. چون اگر برای فواصل خیلی دور هم نماد موضوع نمایش داده شود، این

جدول ۱- اطلاعات متنی و گرافیکی در فاصله‌های مختلف

نوع نمایش	فاصله خیلی دور	فاصله دور	فاصله متوسط	فاصله نزدیک
اطلاعات متنی	-	-	نام محل، کاربری	متصدی، هدایت به سمت محل
اجزای گرافیکی	-	نماد موضوع	نماد موضوع + گنجانده متن رنگ فونت سیاه اندازه فونت ۳۰	نماد موضوع + گنجانده متن رنگ فونت سیاه اندازه فونت ۳۰

نمایش دهد. بافت زمان به دو صورت در دسترس بودن و در دسترس نبودن در نظر گرفته شده است. بافت زمان به طور مستقیم از تقویم دستگاه همراه استخراج می‌شود. جدول ۱ با در نظر گرفتن بافت زمان به شکل جدول ۲ در می‌آید.

۴-۱-۲- بافت زمان

از آنجایی که هدف سیستم راهنمایی کاربر است، بافت زمان می‌تواند در ارائه اطلاعات مفید تاثیرگذار باشد. سیستم با در نظر گرفتن بافت زمان، می‌تواند با توجه به ساعت، تاریخ و یا هر دو، اطلاعات متفاوتی را برای کاربر

جدول ۲- اطلاعات متنی و گرافیکی در فاصله‌ها و زمان‌های مختلف

نوع نمایش	محل در دسترس نباشد	محل در دسترس باشد	بافت زمان
			بافت فاصله
اطلاعات متنی	متن مبتنی بر در دسترس نبودن محل نماد موضوع + گنجانده متن رنگ فونت قرمز اندازه فونت ۴۰	-	فاصله دور
اجزای گرافیکی		نماد موضوع	
اطلاعات متنی		نام محل، کاربری	فاصله متوسط
اجزای گرافیکی		نماد موضوع، رنگ فونت سیاه اندازه فونت ۳۰	
اطلاعات متنی		متصدی، هدایت به سمت محل	فاصله نزدیک
اجزای گرافیکی		نماد موضوع + گنجانده متن رنگ فونت سیاه اندازه فونت ۳۰	

۴-۱-۳- بافت دوران

برای استفاده از واقعیت افزوده، کاربر دستگاه همراه را در حالت عمودی و روبروی صورت خود نگاه می‌دارد، بنابراین زمانیکه کاربر گوشی را به صورت افقی در دست دارد و به هیچ نقطه‌ای نشانه روی نمی‌کند، سیستم از حالت واقعیت افزوده خارج شده و محتوای دیگری را به کاربر نمایش می‌دهد. این محتوا می‌تواند موقعیت فعلی کاربر در محیط باشد که روی نقشه نمایش داده می‌شود. پس بافت دوران دستگاه همراه یکی دیگر از بافت‌هایی است که استفاده شد.

زوایای حاصل از دوران دستگاه همراه حول محورهای خود را زوایای اوپلری می‌نامند. دوران حول محورهای X ، Y و Z را به ترتیب پیچش، چرخش و سمت می‌نامند. شکل ۵ این زوایا را نشان می‌دهد. بافت دوران، با اندازه‌گیری زاویه‌ی چرخش بدست می‌آید. زاویه‌ی چرخش و پیچش با داده‌ی حسگر شتاب‌سنج محاسبه می‌شود.

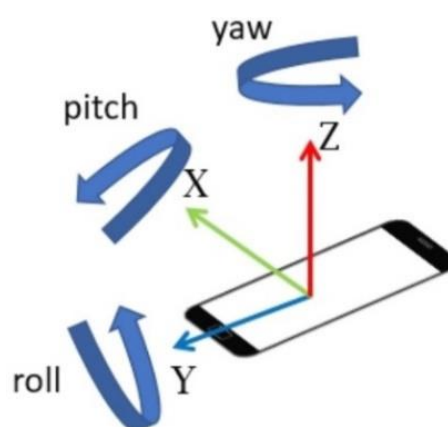
همانطور که در شکل ۶ پیداست هنگامی که کاربر گوشی را از حالت واقعیت افزوده (شکل سمت چپ) به حالت عادی (شکل سمت راست) تغییر دهد، زاویه چرخش تغییر قابل ملاحظه‌ای می‌کند. بنابراین هنگامی که مقدار زاویه چرخش بین 30° - 30° درجه تا 30° درجه باشد، سیستم از حالت واقعیت افزوده بطور موقت خارج می‌شود و نقشه‌ی فضای بسته و موقعیت کنونی کاربر در فضای بسته نمایش داده می‌شود (شکل ۲۰).



شکل ۶- تصویر بالا: زمانی که کاربر دستگاه همراه را روبروی خود بگیرد. تصویر پایین: زمانی که کاربر دستگاه همراه را در حالت عادی در دست بگیرد

۴-۱-۴- بافت تفکیک‌پذیری

گاهی استفاده از بافت‌های نام‌برده نیز، نمی‌تواند مانع ناخوانایی شود؛ زمانیکه محتوای مجازی مربوط به دو مکان مجاور هم توسط سیستم نمایش داده شوند، ممکن است نماد این مکان‌ها یا محتوای مجازی، با هم تداخل داشته باشند. برای رفع این مشکل از بافت تفکیک‌پذیری (Resolution) استفاده شده است. در سیستم پیشنهادی برای هر مکان یک نماد گرافیکی ذخیره شده است. برای تشخیص تداخل نمادها با یکدیگر، کوچکترین کادر محصور کننده (Bounding Box) برای هر نماد محاسبه می‌شود و مرکز و ابعاد نماد بدست می‌آید. در این تحقیق ابعاد همه‌ی نمادها ثابت و برابر ۱۶۰ پیکسل در ۱۶۰ پیکسل فرض شده است. همانطور که از تصویر ۷ پیداست،



شکل ۵- زوایای اوپلری حاصل از دوران حول محورهای دستگاه همراه [۳۷]

اطلاعات را با استفاده از واقعیت افزوده نمایش می‌دهند. نقش ما در این میان، تعریف این توابع به منظور استخراج داده‌ی حسگرها، پالایش این داده‌ها به منظور استخراج بافت‌های مدنظر است. توابعی که در مولفه واقعیت‌افزوده تعریف کرده‌ایم، به تغییرات بافت‌ها پاسخ داده و خروجی سیستم را تغییر می‌دهند.

معماری سیستم پیشنهادی در شکل ۱۰ نمایش داده شده است. این معماری شامل سه لایه است؛ لایه داده، لایه منطقی و لایه نمایش. مرحله‌ی واسنجش مربوط به واسنج کردن حسگر مغناطیس سنج می‌باشد.

این واسنجش برای بهبود خطاهای غیرخطی، اثرات آهن نرم^۱ و آهن سخت^۲ و نویز حسگر می‌باشد. روش ۶- محور^۳ و روش ellipsoid fitting دو روش پیشنهادی برای انجام واسنجش است. در این تحقیق از روش ellipsoid fitting استفاده شده است. در این روش خطاهای مغناطیس‌سنج بصورت رابطه‌ی ۳ مدل‌سازی می‌شوند [۳۸].

$$\tilde{M} = \varepsilon_{ni}(\varepsilon_{nm}M + \varepsilon_{lm}) + \varepsilon_{li} \quad (3)$$

در رابطه‌ی ۳ $\tilde{M}$ مقادیر قرائت شده از مغناطیس‌سنج، M مقادیر واقعی مغناطیس‌سنج، ε_{ni} ماتریس ۳ در ۳ بیانگر خطاهای غیرخطی، ε_{nm} ماتریس ۳ در ۳ بیانگر خطای مربوط به تداخل مغناطیسی موسوم به اثر آهن نرم، ε_{lm} بردار خطای خطی انحراف مغناطیسی^۴ موسوم به اثر آهن سخت، ε_{li} و ε_{wi} بیانگر واریانس صفر و نویز حسگر است. این مسئله را با بهره‌گیری از تجزیه مقادیر تکین^۵ و تجزیه چولسکی^۶، حل شده است.



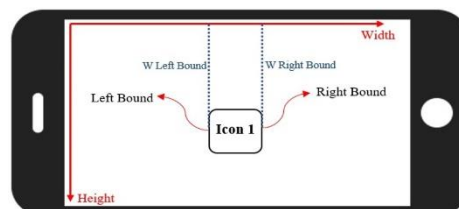
شکل ۱۰- معماری کلی سیستم طراحی شده

برای هر نماد دو متغیر تعریف شده است. یکی از این متغیرها برای ضلع سمت راست و دیگری برای ضلع سمت چپ است. هر کدام از این متغیرها در سیستم مختصات صفحه نمایش یک مقدار دارند و با تعریف حد آستانه، تداخل یا عدم تداخل نمادها را تعیین شده است.

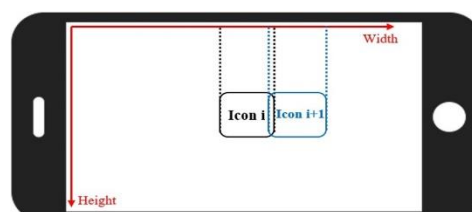
تصویر ۸ نمونه‌ای از تداخل بین نمادها را نشان می‌دهد. با توجه به این تصویر رابطه ۲ تعریف شده است. از این رابطه برای شناسایی تداخل نمادها در برنامه کاربری استفاده شده است.

$$\begin{aligned} & \text{if } (W_{LeftBound_{i+1}} < W_{RightBound_i}) \\ & \text{And } (W_{RightBound_{i+1}} > W_{LeftBound_i}) \\ & \{Integrate l_{th} \text{ icon and } i + 1_{th} \text{ icon}\} \end{aligned} \quad (2)$$

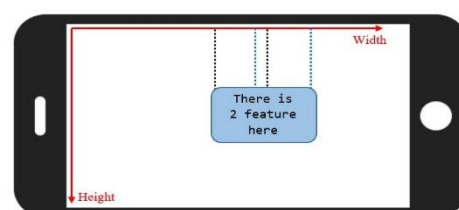
مطابق شکل ۹ پس از شناسایی تداخل، یک نماد جایگزین نمادهای تداخل یافته می‌شود و اطلاعاتی از آن مکان‌ها برای کاربر نمایش داده می‌شود.



شکل ۷- محدوده‌ی نماد در محور مختصات صفحه نمایش دستگاه تلفن همراه



شکل ۸- تداخل بین دو نماد در صفحه نمایش دستگاه همراه



شکل ۹- ادغام دو نماد پس از شناسایی تداخل در صفحه نمایش دستگاه همراه

۴-۲- معماری سیستم پیشنهادی

معماری سیستم طراحی شده شامل دو مولفه‌ی بافت-آگاهی و واقعیت افزوده است. این مولفه‌ها دارای توابعی هستند که اطلاعات سطح پایین را دریافت و پس از پالایش به اطلاعات سطح بالای بافت تبدیل می‌کنند و این

^۱ soft-iron

^۲ hard-iron

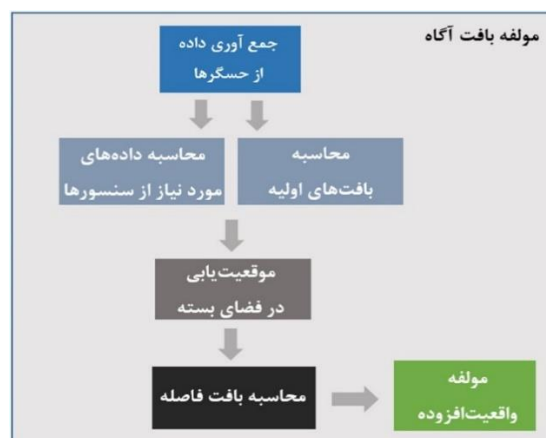
^۳ 6-axis

^۴ Magnetic perturbation

^۵ Singular Value Decomposition

^۶ Cholesky Decomposition

مولفه‌ی بافت‌آگاهی در این معماری خود شامل بخش‌هایی است که در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱- معماری مولفه‌های بافت‌آگاهی در سیستم طراحی شده

بافت‌های زمان و دوران، بطور مستقیم از حسگرها سنجیده می‌شوند. برای اندازه‌گیری بافت فاصله، ابتدا موقعیت کاربر محاسبه می‌شود. از روش پیمایش پیاده‌رو برای محاسبه‌ی موقعیت کاربر استفاده شده است. در این روش، موقعیت کاربر با استفاده از تعداد قدم‌های کاربر، طول قدم‌ها و جهت محاسبه می‌شود. برای محاسبه‌ی جهت می‌توان از حسگرهایژیروسکوپ و مغناطیس‌سنج استفاده کرد. در صورت استفاده ازژیروسکوپ، زاویه سمت از روابط ۴ و ۵ محاسبه می‌شود [۳۹]، [۴۰] و [۴۱].

$$Gyr = \sqrt{x_g^2 + y_g^2 + z_g^2} \quad (4)$$

$$Orientation = Gyr \times time \times 57.29578 \quad (5)$$

زاویه‌ی سمت را می‌توان با استفاده از حسگر مغناطیس‌سنج نیز اندازه‌گیری کرد. این زاویه بطور مستقیم از توابع داخلی اندروید استخراج می‌شود. پس از محاسبه‌ی جهت، مختصات از رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} x_k &= x_0 + \sum_{i=0}^{k-1} d_i \cos \theta_i \\ y_k &= y_0 + \sum_{i=0}^{k-1} d_i \sin \theta_i \end{aligned} \quad k \geq 0 \quad (6)$$

در رابطه‌ی ۶ d_i طول قدم کاربر، k تعداد قدم‌های کاربر و θ_i جهت است.

مشکل استفاده از اندازه‌گیریژیروسکوپ این است که اندازه‌گیری‌ها هربار با مقدار قبلی جمع می‌شوند. به همین

دلیل هربار بایاس حسگر جمع می‌شود و با گذشت زمان خطای موقعیت‌یابی بیشتر می‌شود. یکی از مزیت‌های استفاده از حسگر مغناطیس‌سنج این است که بایاس حسگر جمع نمی‌شود. با واسنجشی که در ابتدا انجام می‌دهیم نویز به حداقل می‌رسد.

در شکل ۱۲ نمودار سبز رنگ نشان دهنده داده‌های بدون فیلتر و نمودار آبی رنگ بیانگر داده‌های فیلتر شده‌ی شتاب‌سنج برای یازده قدم است. هنگامی که کاربر یک قدم برمی‌دارد، یک نقطه اوج^۱ و به دنبال آن یک نقطه گودی^۲ در داده‌های شتاب مشاهده می‌شود. یک نقطه اوج و یک نقطه گود متوالی نشانگر یک قدم است. با اعمال الگوریتم شناسایی نقطه اوج^۳ به داده‌های شتاب‌سنج تعداد قدم‌های کاربر تعیین می‌شود.

شکل ۱۳ نتیجه‌ی اعمال الگوریتم شناسایی نقطه اوج به داده‌های فیلتر شده را نشان می‌دهد. نقطه‌ی اشاره شده در این شکل یک نقطه اوج است اما چون بعد از آن نقطه-ی گودی شناسایی نشده است، یک قدم محسوب نمی‌شود. پس از شناسایی هر قدم، طول آن قدم محاسبه و در مقدار جهت ضرب می‌شود و موقعیت کاربر نسبت به یک مبدا بدست می‌آید.

برای تخمین طول قدم‌های کاربر از رابطه ۷ که موسوم به فرمول Weinberg است، استفاده می‌کنیم.

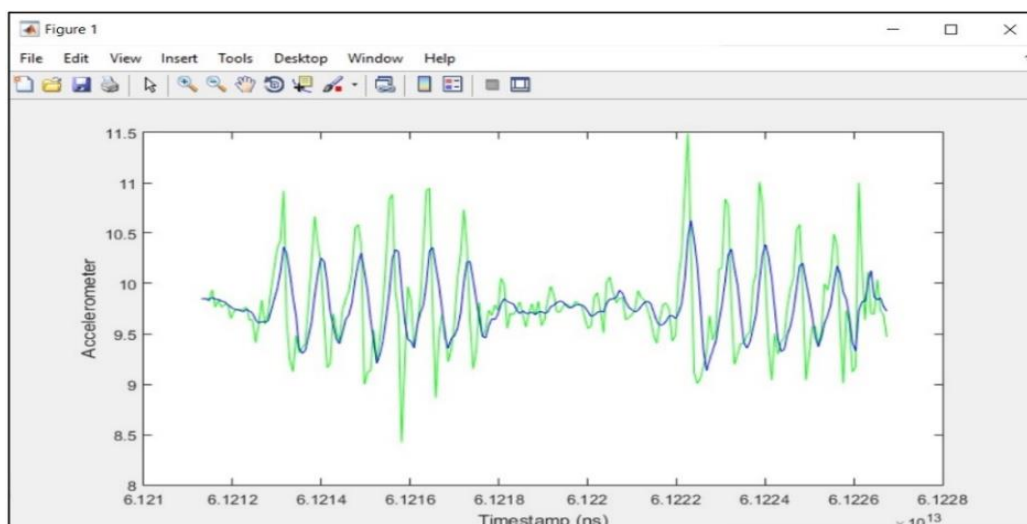
$$L \approx K \times \sqrt[4]{A_{max} - A_{min}} \quad (7)$$

در رابطه ۷ A_{max} و A_{min} به ترتیب بیشترین و کمترین شتاب در راستای محور عمودی در طول یک قدم می‌باشند. K ضریب ثابتی است که به‌طور تجربی بدست می‌آید و معمولاً بین ۰.۵ تا ۰.۶ است.

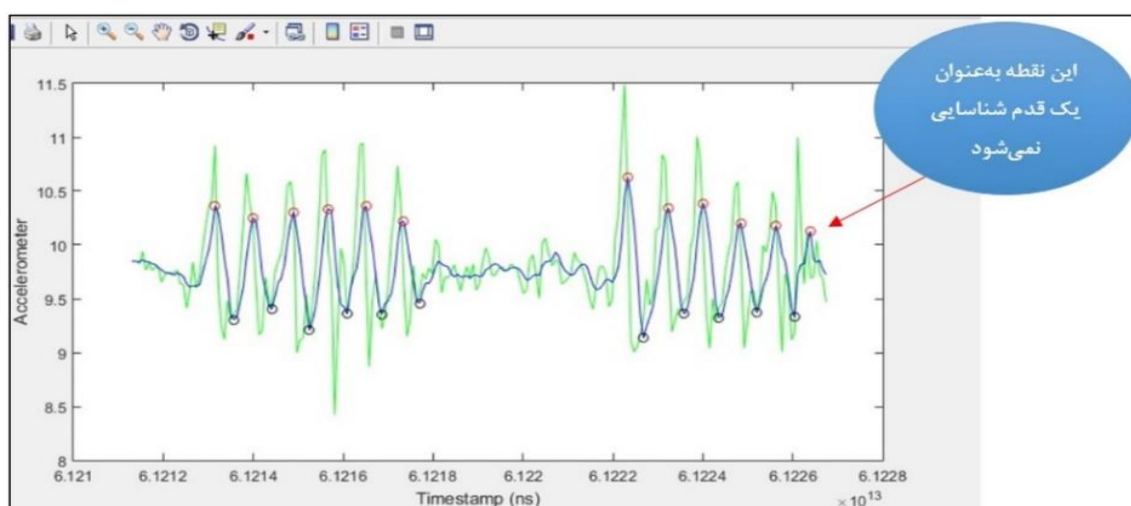
^۱ Peak

^۲ Valley

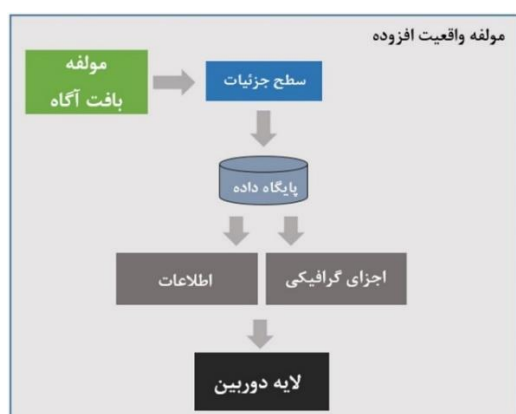
^۳ Peak detection



شکل ۱۲- مقایسه‌ی داده‌های خام و فیلتر شده‌ی شتاب‌سنج



شکل ۱۳- شناسایی قدم از طریق نقاط اوج و گود



شکل ۱۴- معماری مولفه‌های واقعیت افزوده در سیستم طراحی شده

۵- پیاده‌سازی و ارزیابی

سیستم پیشنهاد شده در بستر اندروید پیاده‌سازی شده است. برای برنامه‌نویسی در بستر اندروید از نرم‌افزار

پس از استخراج، بافت‌ها وارد پایگاه دانش می‌شوند و خروجی این فرآیند یکی از چهار فاصله تعریف شده خواهد بود. در این تحقیق از ساختار اگر-آنگاه استفاده کرده‌ایم. بر اساس این قاعده جهت نمایش متفاوت در واقعیت افزوده، شرط‌های مختلفی بر روی مقداری که از بافت‌ها بدست آمده است، اعمال می‌شود.

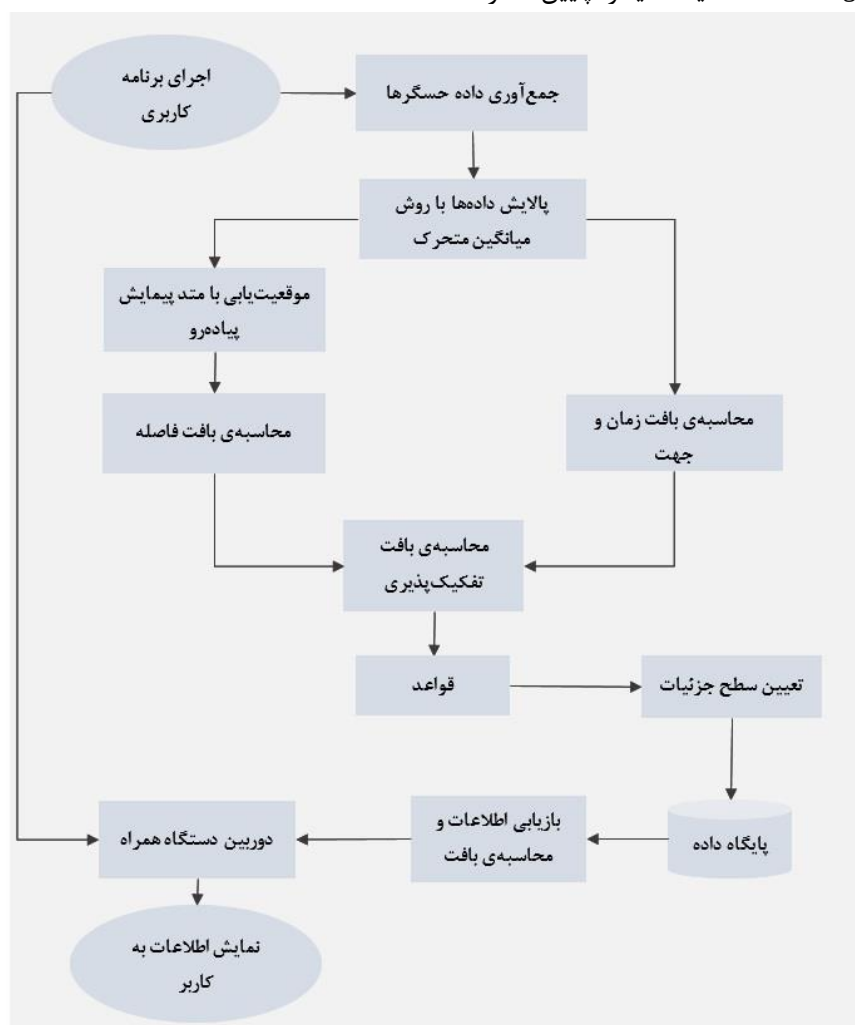
برای انتشار بافت‌ها مولفه‌ی واقعیت افزوده وارد عمل می‌شود. شکل ۱۴ این مولفه را نشان می‌دهد. این مولفه، بر اساس خروجی پایگاه دانش، اطلاعات را در یکی از سطوح جزئیات و با مولفه گرافیکی مربوط به آن سطح جزئیات، نمایش می‌دهد.

Android Studio نسخه ۳.۱.۳ و از زبان برنامه‌نویسی جاوا استفاده کرده‌ایم. این سیستم در طبقه سوم دانشکده-ی مهندسی نقشه‌برداری پیاده‌سازی شده است.

۵-۱- پیاده‌سازی

شکل ۱۵ روندنمای برنامه‌ی کاربردی را نمایش می‌دهد. پس از اجرای برنامه کاربری توسط کاربر، حسگرهای شتاب‌سنج، مغناطیس‌سنج و ژيروسکوپ شروع به جمع‌آوری داده می‌کنند. این داده‌ها با روش میانگین متحرک (Moving Average) که یک فیلتر پایین‌گذر

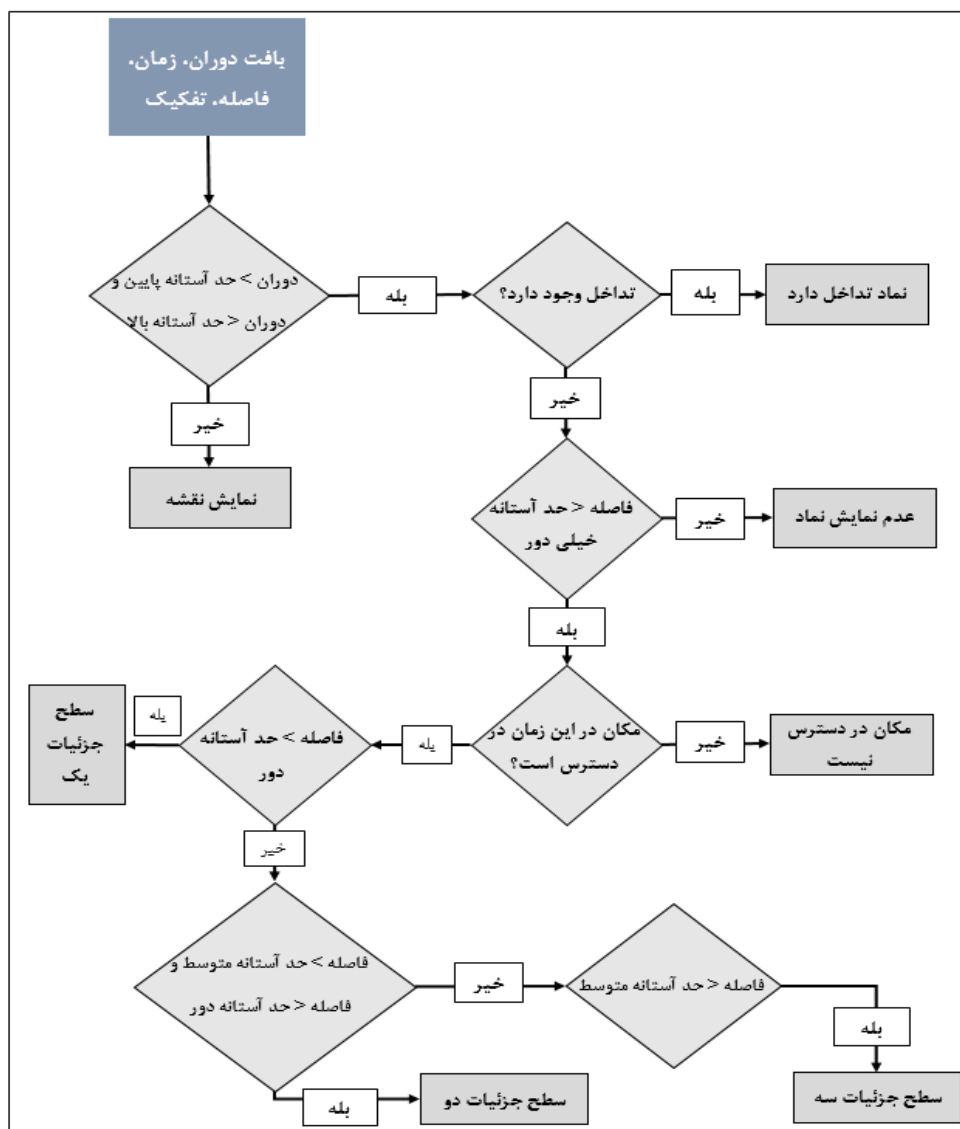
است، فیلتر می‌شوند. از روش پیمایش پیاده‌رو برای موقعیت‌یابی و محاسبه‌ی بافت فاصله در فضای بسته استفاده کرده‌ایم. علاوه‌براین، بافت‌های زمان، دوران و تفکیک‌پذیری نیز با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده توسط حسگرها، محاسبه می‌شوند. سپس با بافت‌های محاسبه شده و قواعد از پیش تعیین شده، سطح جزئیات تعیین می‌شود. اطلاعات مربوط به سطح جزئیات کنونی از پایگاه داده بازگردانی شده و از طریق ضمیمه کردن این اطلاعات روی لایه‌ی دوربین، برای کاربر نمایش داده می‌شوند.



شکل ۱۵- روندنمای برنامه‌ی کاربری پیاده‌سازی شده

شکل ۱۶ روندنمای این قواعد را نشان می‌دهد. همانطور که از این شکل پیداست، سیستم می‌تواند یکی از سه سطح جزئیات و یا وضعیت‌هایی مانند نمایش نقشه یا عدم نمایش نماد داشته باشد. اگر وضعیت سیستم یکی از سه سطح جزئیات باشد، اطلاعات مناسب با آن سطح جزئیات از پایگاه داده بازگردانی می‌شود. این اطلاعات در

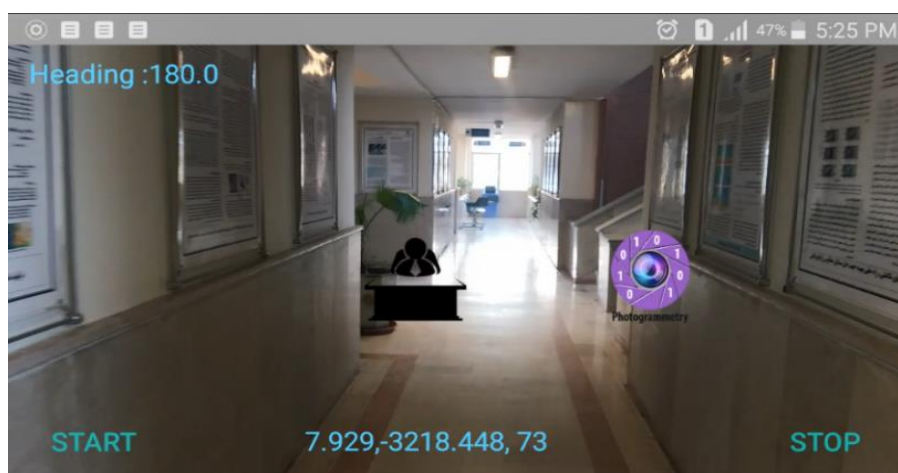
یک پایگاه داده SQLite ذخیره شده است. در نهایت اطلاعات بازگردانی شده به همراه نماد هر مکان و چگونگی نمایش این محتوا در صفحه نمایش به رابط کاربری ارسال می‌شود. سپس رابط کاربری بروزرسانی شده و محتوای مجازی را نشان می‌دهد. این فرآیند تا زمانی که حسگرها متوقف نشده‌اند، تکرار می‌شود.



شکل ۱۶- روندنمای قواعد

در تصویر ۱۷ کاربر در فاصله‌ی دور از نقاط نشانه‌روی قرار دارد. بنابراین نماد موضوع برای کاربر نمایش داده می‌شود.

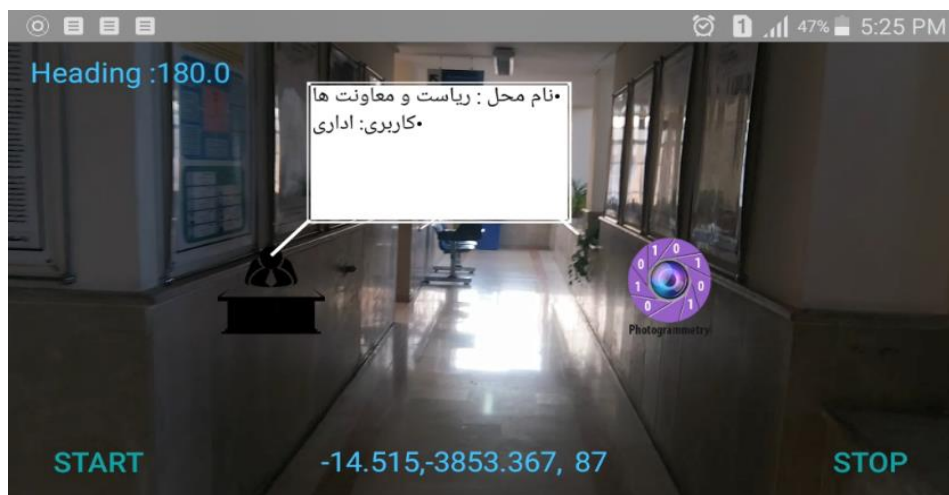
تصویر ۱۷ عملکرد سیستم را زمانیکه کاربر به سمت اتاق ریاست و آزمایشگاه فتوگرامتری نشانه‌روی کرده و در حال حرکت است، نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- نمایش نماد موضوع در فاصله دور (حرکت به سمت ریاست و آزمایشگاه فتوگرامتری-سنجش از دور)

بر نماد موضوع، اطلاعات مربوط به سطح جزئیات دوم آن نقطه در یک گنجانه متن برای کاربر نمایش داده شده است.

در تصویر ۱۸ کاربر رو به جلو حرکت کرده و فاصله کاربر تا یکی از نقاط نشانه‌روی (اتاق ریاست) کمتر شده است و علاوه

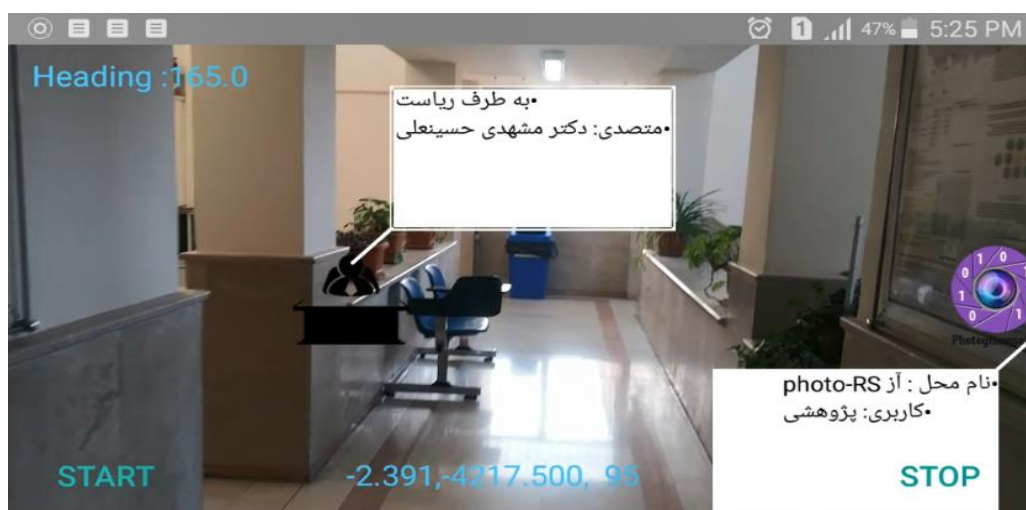


شکل ۱۸- نمایش نماد موضوع و گنجانه متن در فاصله متوسط (حرکت به سمت اتاق ریاست)

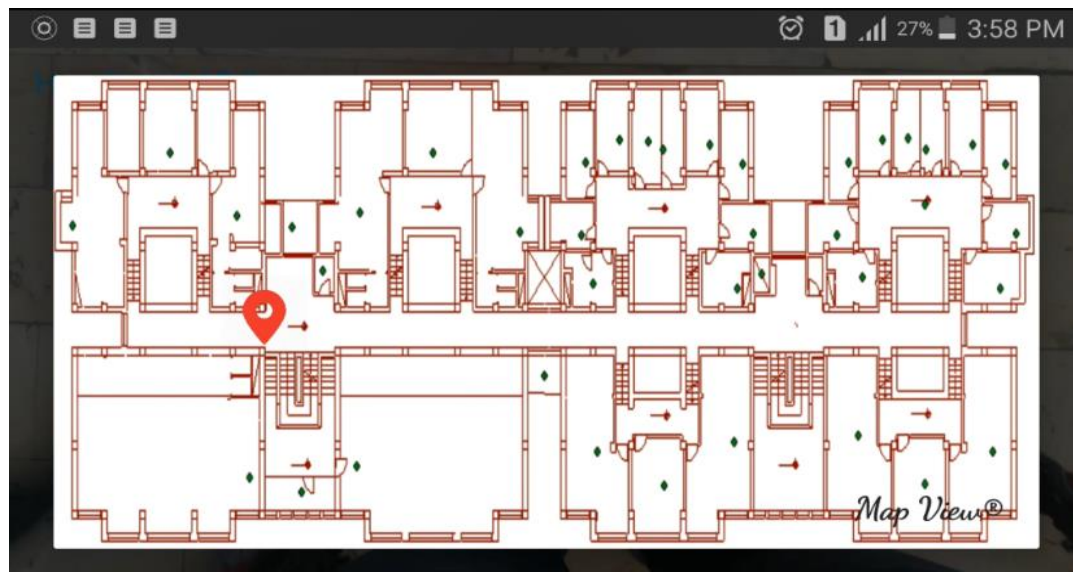
وجود دارد که در آن، نام مکان و فاصله کاربر تا آن مکان مشخص شده است. برای مثال نماد آبی رنگ، بیانگر وجود چهار عارضه در آن راستا می‌باشد. با حرکت به سمت جلو و تغییر فاصله، نماد موضوع‌ها از یکدیگر جدا شده و نماد موضوع متناسب با هر مکان ظاهر می‌شود. شکل ۲۳ این حالت را در سیستم نشان می‌دهد.

تصویر ۲۴ حالتی را نشان می‌دهد که از بافت‌آگاهی استفاده نشده است. در تصویر ۲۴ علاوه بر اینکه خوانایی و درک محتوا بسیار دشوار است، پردازش این محتوا در واحد پردازش گرافیک و حافظه دسترسی تصادفی دستگاه همراه، کار پر هزینه‌ای می‌باشد و مصرف انرژی دستگاه را افزایش می‌دهد.

در تصویر ۱۹، با حرکت کاربر رو به جلو، فاصله کاربر تا اتاق ریاست کمتر شده و اطلاعات مربوط به سطح جزئیات سوم برای کاربر نمایش داده شده است. همچنین با کاهش فاصله تا آزمایشگاه فتوگرامتری، اطلاعات مربوط به سطح جزئیات آن برای کاربر نمایش داده شده است. تصویر ۲۰ و ۲۱ به ترتیب تاثیر بافت دوران و زمان را در سیستم نشان می‌دهند. در تصویر ۲۱ کاربر به سمت بخش گروه‌های آموزشی نشانه‌روی کرده است اما در آن ساعت، این بخش در دسترس نیست؛ بنابراین متنی مبنی بر اینکه آن مکان در دسترس نیست نمایش داده شده است. تصویر ۲۲ تاثیر بافت تفکیک‌پذیری را نشان می‌دهد. در این حالت از نمادهایی استفاده کرده‌ایم که تعداد نمادهای تداخل یافته را نشان می‌دهد. همچنین کادری



شکل ۱۹- نمایش اطلاعات سطح جزئیات سوم برای اتاق ریاست و نمایش اطلاعات سطح جزئیات دوم برای آزمایشگاه فتوگرامتری



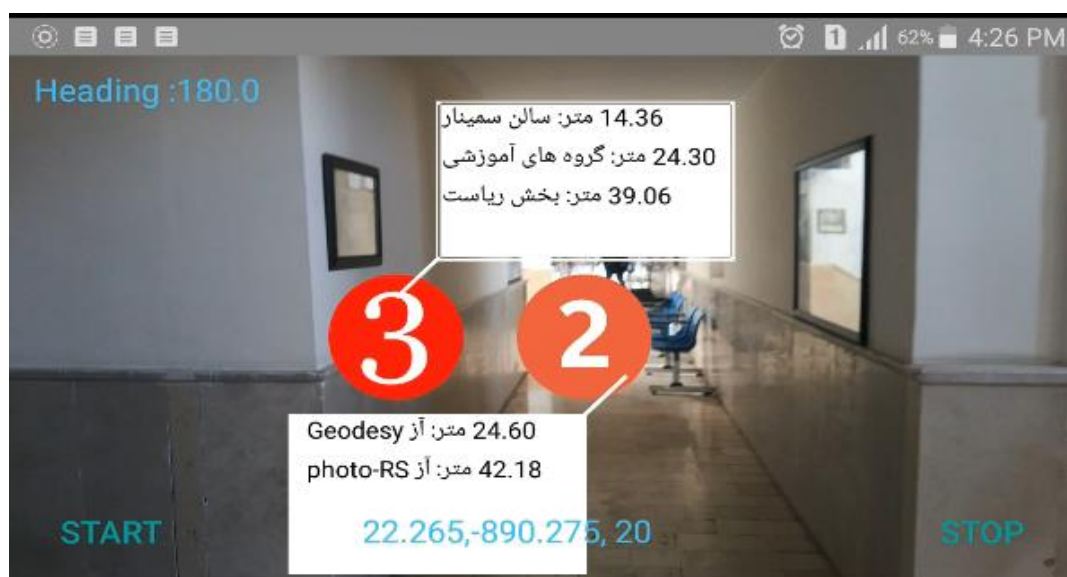
شکل ۲۰- نمایش موقعیت کاربر روی نقشه‌ی فضای بسته هنگامی که کاربر دستگاه را روبه پایین بگیرد



شکل ۲۱- تاثیر بافت زمان در سیستم



شکل ۲۲- تاثیر بافت تفکیک‌پذیری بدون بافت فاصله



شکل ۲۳- تغییر نمادها و اطلاعات در بافت تفکیک‌پذیری با حرکت به سمت جلو



شکل ۲۴- نحوه ارائه در یک سیستم واقعیت‌افزوده غیربافت‌آگاه

۵-۲- ارزیابی

طبق جدول ۳، در حالت بافت‌آگاه، سیستم حافظه دسترسی تصادفی را بطور میانگین حدوداً ۴۳ مگابایت اشغال کرده است. در حالت غیربافت‌آگاه این مقدار حدوداً ۶۹ مگابایت است. یکی از دلایل اصلی این اختلاف، حافظه اشغال شده توسط گرافیک است. برخلاف اختلاف قابل توجه در حافظه دسترسی تصادفی، میزان مصرف واحد پردازش مرکزی در دو حالت بافت‌آگاه و غیر بافت‌آگاه ۱/۸ درصد تفاوت دارد. یکی از دلایل این موضوع این است که در هر دو حالت، حسگرهای داخلی و دوربین دستگاه همراه در حال فعالیت هستند.

پس از اجرای سرویس در دو حالت، از کاربران درخواست کردیم به سوالاتی در مورد سرویس پیاده‌سازی شده پاسخ

برای ارزیابی سرویس پیشنهادی، از تست کارایی و پرسشنامه استفاده شده است. در تست کارایی میزان مصرف حافظه دسترسی تصادفی (بر حسب مگابایت) و واحد پردازش مرکزی (بر حسب درصد) در دو حالت اندازه‌گیری شده است. بدین منظور سرویس در دو حالت بافت‌آگاه و غیربافت‌آگاه، توسط ده کاربر اجرا و مقادیر مذکور جمع‌آوری شده است. در جدول ۳ میزان مصرف واحد پردازش مرکزی و حافظه دسترسی تصادفی در ده اجرا، نشان داده شده است.

شده است، نتایج زیر را می‌دهد. ۱- فرآیند تطبیق در واقعیت افزوده نسبتاً خوب بوده است. ۲- رابط کاربری سیستم پیشنهادی نسبتاً نامناسب بوده است. ۳- سرویس بلادرنگ بوده و تغییرات بافت بطور آنی اعمال شده است.

دهند. کاربران عملکرد سرویس در راهنمایی در فضای بسته، بلادرنگ بودن سرویس و تثبیت یا تطبیق در واقعیت افزوده را ارزیابی کردند. تصویر ۲۵ نتایج این پرسشنامه را نشان می‌دهد. این پرسشنامه که نتایج آن در تصویر ۲۵ نشان داده

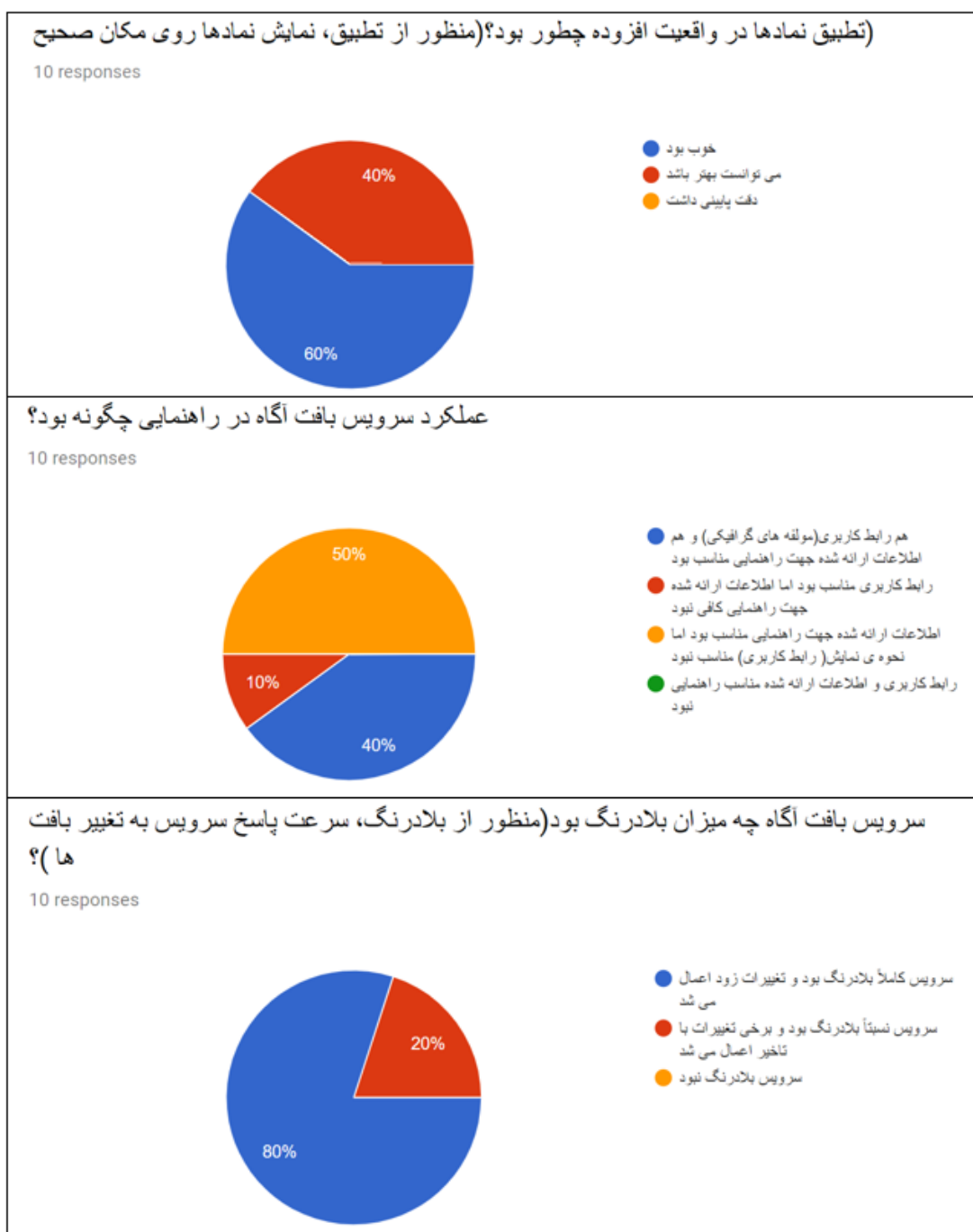
جدول ۳- میزان مصرف RAM و CPU در دو حالت بافت آگاه و غیر بافت آگاه

کاربر	میزان مصرف RAM(MB) (بافت آگاه)	میزان مصرف CPU(%) (بافت آگاه)	میزان مصرف RAM(MB) (غیر بافت آگاه)	میزان مصرف CPU(%) (غیر بافت آگاه)
کاربر ۱	46.9804	22.8934	62.9378	23.0351
کاربر ۲	46.8795	22.3278	70.5135	24.7622
کاربر ۳	40.2447	22.8108	70.7541	24.6703
کاربر ۴	41.6703	22.4789	69.4162	23.7703
کاربر ۵	44.6568	22.7973	68.7649	24.0703
کاربر ۶	41.0919	22.3784	70.3838	25.1514
کاربر ۷	39.8189	21.8270	70.1216	24.7162
کاربر ۸	44.7486	23.6973	68.8222	24.7216
کاربر ۹	39.5838	22.5973	70.6649	25.4703
کاربر ۱۰	42.7196	21.6433	66.5314	23.3890
میانگین مصرف	42.8394	22.5452	68.8910	24.3757

۶- نتیجه گیری

استفاده از سرویس‌های مکان-مبنا در فضای بسته در حال گسترش است. سرویس‌های ناوبری، مرورگرهای واقعیت افزوده، سرویس‌های مکانی در موزه‌ها و غیره از جمله این سرویس‌ها می‌باشند. محیط‌هایی که این سرویس‌ها در آن استفاده می‌شوند، ممکن است تحت تاثیر متغیرهایی باشند. در این صورت تغییرپذیری محیط می‌تواند نحوه ارائه سرویس‌ها را تحت تاثیر قرار دهد. این متغیرها که می‌تواند محیطی باشد یا مربوط به کاربر، بافت نامیده می‌شود. واقعیت افزوده فناوری است که می‌توان به عنوان رابط کاربری در سرویس‌های مکان-مبنا استفاده کرد. این فناوری تعامل کاربر با محیط و درک او از محیط را افزایش می‌دهد. اما استفاده از این فناوری به تنهایی ممکن است با افزایش محتوای نمایشی، نه تنها منجر به افزایش درک کاربر نشود بلکه تاثیر عکس داشته باشد. تلفیق بافت آگاهی با واقعیت افزوده در یک سرویس مکان-مبنا موضوعی است که در این تحقیق به آن پرداخته شد. در این تحقیق از بافت آگاهی به منظور پالایش اطلاعات و نمایش محتوای پویا از طریق واقعیت افزوده استفاده شد. برای دستیابی به این هدف به بررسی بافت-های موجود و پیاده‌سازی آن‌ها پرداخته شد و نتایج زیر

حاصل شد. پردازشگری بافت آگاه با سنجش مقادیر بافت، عملکرد برنامه را بر اساس مقادیر سنجش شده تنظیم می‌کند. با ارزیابی سیستم پیشنهادی، دیده شد که استفاده از بافت آگاهی در سرویس‌های مکان-مبنا، می‌تواند کارایی و قابلیت سرویس را افزایش دهد. کاربران در بافت-های مختلف به سرویس‌ها و اطلاعات متفاوتی نیاز دارند. بافتی که کاربر در آن قرار دارد ارتباط نزدیکی با نیازهای او دارد و محتویات و نحوه نمایش اطلاعات را کنترل می‌کند. بنابراین در این تحقیق نحوه نمایش اطلاعات در بافت‌های مختلف بررسی شد. بافت‌هایی که در این تحقیق استفاده شد، بافت فاصله، زمان، دوران دستگاه همراه و تفکیک‌پذیری بود. بافت فاصله به منظور ارائه‌ی اطلاعات مختلف در فواصل مختلف استفاده شد. بافت زمان برای نمایش امکان دسترسی به مکان مورد نظر در زمان اجرای سرویس، استفاده شد. زمانیکه دو عارضه در مجاورت هم قرار دارند، ممکن است نماد آن‌ها تداخل داشته باشد؛ برای رفع این مشکل از بافت تفکیک‌پذیری استفاده شد. در حالت عادی کاربر هنگام استفاده از واقعیت افزوده دستگاه همراه را جلوی خود می‌گیرد در غیر اینصورت سیستم تشخیص می‌دهد که در حالت واقعیت افزوده قرار ندارد بنابراین سیستم از این حالت خارج می‌شود.



شکل ۲۵- سوالات و پاسخ‌های پرسشنامه

برای ارزیابی کارایی سیستم، میزان مصرف حافظه دسترسی تصادفی و واحد پردازش مرکزی دستگاه همراه در ده اجرا، توسط ده کاربر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، میزان حافظه‌ی اشغال شده در حالت بافت‌آگاه، تقریباً $37/81$ درصد کمتر از حالت غیربافت‌آگاه است. از طرفی میزان مصرف واحد پردازش مرکزی در حالت بافت‌آگاه حدوداً $1/8$ درصد کمتر از حالت غیربافت‌آگاه است. این نتایج نشان می‌دهد، حالت بافت‌آگاه نسبت به حالت

معماری سیستم پیشنهادی سه قسمت اساسی دارد؛ بخش موقعیت‌یابی، بخش استخراج بافت و لایه‌ی واقعیت افزوده. در بخش تعیین موقعیت از روش پیمایش پیاده‌رو استفاده کردیم. در بخش استخراج بافت، داده‌های مورد نیاز از منابع دستگاه همراه جمع‌آوری و بافت‌های فاصله، دوران، زمان و تفکیک تعیین شدند. در بخش واقعیت افزوده بر اساس بافت‌ها و قواعدی که از پیش در سیستم تعریف کردیم، سطح جزئیات تعیین شد.

پرسشنامه‌ای را تکمیل کنند. نتایج پرسشنامه نشان داد کاربران از عملکرد سرویس بافت‌آگاه و نحوه‌ی راهنمایی آن در فضای بسته راضی بودند اما در مورد رابط کاربری و نحوه‌ی نمایش، رضایت کامل نداشتند. از آنجاکه رابط کاربری در ارائه‌ی اطلاعات نقش مهمی دارد، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده توجه بیشتری به این موضوع شود.

غیربافت‌آگاه، هزینه‌ی سخت‌افزاری کمتری دارد. این مسئله باعث می‌شود سرویس با افزایش زمان اجرا، بلادرنگی خود را حفظ کند.

همچنین از کاربران خواسته شد برای ارزیابی رابط کاربری، مقایسه سرویس بافت‌آگاه و غیر بافت‌آگاه، عملکرد تثبیت در واقعیت افزوده و عملکرد سرویس بافت‌آگاه،

مراجع

- [1] Razavi Termeh, S. V., and Malek, M. R. (2017). "Designing and Implementation a Context-aware augmented reality system." Scientific - Research Quarterly of Geographical Data. Vol.26, No.104, PP.77-90, (in Persian).
- [2] Bisgaard, J. J., Heise, M., and Steffensen, C. (2004). "How is Context and Context-awareness defined and Applied? A survey of Context-awareness." Department of Computer Science Aalborg university
- [3] Gite, S., and Agrawal, H. (2016). "On context awareness for multisensor data fusion in IoT." Proc. of the Second International Conference on Computer and Communication Technologies, Satapathy, S.C., Raju, K.S., Mandal, J.K., Bhateja, V. (Eds.), New Delhi, pp. 85-93.
- [4] Pouryegan, M., and Malek, M. R. (2015). "A context-aware pedestrian navigation system." Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, Vol.7, No.4, PP.415-424.
- [5] Lyardet, F., Szeto, D. W., and Aitenbichler, E. (2008). "Context-aware indoor navigation." Proc. at the European Conference on Ambient Intelligence, Arts, E., Crowley, J. E., Ruyter, B., Gerhäuser, H., Pflaum, A., Schmidt, J., Wischert, R. (Eds.), Nuremberg, pp. 290-307.
- [6] Hervás, R., Bravo, J., Fontecha, J., and Villarreal, V. (2013). "Achieving adaptive augmented reality through ontological context-awareness applied to aal scenarios." Jurnal of Universal Computer Science. Vol.19, No.9, PP.1334-1349.
- [7] Omori, Y., Wan, J., and Hasegawa, M. (2012). "Design and Implementation of a Context-Aware Guide Application "Kagurazaka Explorer"" Innovations in Intelligent Machines-2, Vol.376, pp. 103-115.
- [8] Saeedi, S., Zou, X., Gonzales, M., and Liang, S. (2017). "Design and Development of a Context-aware Personalized Recommendation System: Mobile and Web Application."
- [9] Liu, K., and Li, X. (2015). "Enabling context-aware indoor augmented reality via smartphone sensing and vision tracking." ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications. Vol.12, No.1, Article 15.
- [10] Delail, B. A., Weruaga, L., and Zemerly, M. J. (2012). "CAViAR: Context aware visual indoor augmented reality for a university campus." Proc. of the The 2012 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, Li, Y., Zhang, Y., Zhong, N. (Eds.), Washington, pp. 286-290.
- [11] Flatt, H., Koch, N., Röcker, C., Günter, A., and Jasperneite, J. (2015). "A context-aware assistance system for maintenance applications in smart factories based on augmented reality and indoor localization." Proc. at the Emerging Technologies & Factory Automation, Luxembourg, pp.1-4.
- [12] Aydın, B., Gensel, J., Calabretto, S., and Tellez, B. (2012). "ARCAMA-3D-A Context-Aware Augmented Reality Mobile Platform for Environmental Discovery" Proc. Web and wireless geographical information systems, Martino, S., Peron, A., Tezuka, T. (Eds.), Naples, pp.17-26.
- [13] Oh, S., and Woo, W. (2009). "CAMAR: Context-aware mobile augmented reality in smart space." Proc. of International Workshop on Ubiquitous Virtual Reality, Jacko J.A., San Diego, pp.48-51
- [14] Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., and MacIntyre, B. (2001). "Recent advances in augmented reality." IEEE computer graphics and applications. Vol.21, No.6, PP.34-47.
- [15] Kasprzak, S., Komninos, A., and Barrie, P. (2013). "Feature-based indoor navigation using augmented reality." Proc. Intelligent Environments, Botia, J.A., Charitos, D. (Eds.), Athens, pp.100-107.
- [16] Amirian, P., Basiri, A., Gales, G., Winstanley, A., and McDonald, J. (2015). "The next generation of navigational services using OpenStreetMap data: The integration of augmented reality and graph databases", Jokar Arsanjani J., Zipf A., Mooney P., Helbich M. (Eds.) OpenStreetMap in GIScience. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, pp. 211-228.

- [17] Wang, C.-S., Chiang, D.-J., and Ho, Y.-Y. (2012). "3D augmented reality mobile navigation system supporting indoor positioning function." Proc. at the Computational Intelligence and Cybernetics (CyberneticsCom), Wahab, W., Munis, A., Wibowo, A. D. (Eds.), Bali, pp.64-68.
- [18] Wang, C.-S., Chen, C.-L., and Chen, S.-H. (2016). "An augmented reality mobile navigation system integrating indoor localization and recommendation mechanism." Proc. at the International Conference on Frontier Computing, Yen, N. Y., Hung, J. C. (Eds.), Tokyo, pp.615-625.
- [19] Gómez, D., Tarrío, P., Li, J., Bernardos, A. M., and Casar, J. R. (2013). "Indoor augmented reality based on ultrasound localization systems." Proc. at the International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems, Demazeau, Y., Ishida, T., Corchado, J. M., Bajo, J. (Eds.), Salamanca, pp.202-212.
- [20] Lin, P.-J., Kao, C.-C., Lam, K.-H., and Tsai, I.-C. (2014). "Design and implementation of a tourism system using mobile augmented reality and GIS technologies." Proc. of the 2nd International Conference on Intelligent Technologies and Engineering Systems (ICITES2013), Juang, J., Chen, C., Yang, C. (Eds.), Kaohsiung, pp.1093-1099.
- [21] Shin, C., Kim, H., Kang, C., Jang, Y., Choi, A., and Woo, W. (2010). "Unified context-aware augmented reality application framework for user-driven tour guides." Proc. at the Ubiquitous Virtual Reality (ISUVR), Shin, C., Choi, A., Yoon, H., Kim, H. (Eds.), Gwangju, pp.52-55.
- [22] Wang, C.-S., Su, W.-T., and Guo, Y.-C. (2016). "An augmented reality mobile navigation system supporting iBeacon assisted location-aware service." Proc. at the Applied System Innovation (ICASI), Okinawa, pp.1-4.
- [23] Schilit, B., Adams, N., and Want, R. (1994). "Context-aware computing applications." Proc. at the Mobile Computing Systems and Applications, Cabrera, L., Satyanarayanan, M. (Eds.), Santa Cruz, CA, pp.85-90.
- [24] Malek, M. R. (2013). "Context-Aware Geolformation Ubiquitous Computing." K.N.Toosi University of Technology Publisher. Tehran.
- [25] Chen, G., and Kotz, D. (2000). "A survey of context-aware mobile computing research" Technical Report TR2000-381, Dept. of Computer Science, Dartmouth College. Vol.1, No.2.1, pp. 2-1.
- [26] Hong, S.-K. (2008). "Ubiquitous Geographic Information (UBGI) and address standards." ISO Workshop on address standards: Considering the issues related to an international address standard, 25 May 2008, Copenhagen, Denmark.
- [27] Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., and Georgakopoulos, D. (2014). "Context aware computing for the internet of things: A survey." IEEE communications surveys & tutorials. Vol.16, No.1, PP.414-454.
- [28] Liu, W., Li, X., and Huang, D. (2011). "A survey on context awareness." Proc. at the Computer Science and Service System (CSSS), Nanjing, pp.144-147.
- [29] Hinckley, K., Pierce, J., Sinclair, M., and Horvitz, E. (2000). "Sensing techniques for mobile interaction." Proc. of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology, Ackerman, M. S., Edwards, W. K. (Eds.), San Diego, CA, pp.91-100.
- [30] Clarke, P. F. S. (2004). "CASS-middleware for mobile context-aware applications." Proc. of the Workshop on Context Awareness, (WCA'04), Massachusetts, pp.1-6.
- [31] Dey, A. K., Abowd, G. D., and Salber, D. J. (2001). "A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications." Human-Computer Interaction. Vol.16, No.2-4, PP.97-166.
- [32] Bernardos, A. M., Tarrío, P., and Casar, J. R. (2008). "A data fusion framework for context-aware mobile services." Proc. In 2008 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, Lee, S. Ko, H., Hahn, H. (Eds.), Seoul, pp.606-613.
- [33] Milgram, P., and Kishino, F. (1994). "A taxonomy of mixed reality visual displays." IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems. Vol.77, No.12, PP.1321-1329.
- [34] Bostanci, E., Kanwal, N., Ehsan, S., and Clark, A. F. (2013). "User tracking methods for augmented reality." International Journal of Computer Theoty & Engineering. Vol.5, No.1, PP.93-98.
- [35] Carmigniani, J. (2011). "Augmented reality methods and algorithms for hearing augmentation." A Thesis Submitted to the Faculty of The College of Engineering and Computer Science, Florida Atlantic University.
- [36] Li, W., Nee, A., and Ong, S. (2017). "A state-of-the-art review of Augmented Reality in engineering analysis and simulation." Multimodal Technologies and Interaction. Vol.1, No.3, P.17.
- [37] Gowda, M. (2018). Retrieved from http://www.cse.psu.edu/~mkg31/teaching/cse_ee597/class_material/
- [38] Liu, D., Pei, L., Qian, J., Wang, L., Liu, C., Liu, P., and Yu, W. (2016). "Simplified ellipsoid fitting-based magnetometer calibration for pedestrian dead reckoning." Proc. at the China Satellite Navigation Conference (CSNC), Sun, J., Liu, J., Fan, S., Wang, F. (Eds.), Changsha, pp. 473-486.

- [39] Chiou, Y.-S., Tsai, F., Yeh, S.-C., and Hsu, W.-H. (2012). "An IMU-based positioning system using QR-code assisting for indoor navigation." Computer Science and its Applications, Yeo, S., Pan, Y., Lee, Y. S., Chang, H. B. (Eds.), Jeju, pp.655-665.
- [40] Chirakkal, V. V., Park, M., and Han, D. S. (2015). "Exploring Smartphone-Based Indoor Navigation." IEIE Transaction on Smart Processing & Computing. Vol.4, No.3, PP.173-182.
- [41] Hsu, H.-H., Peng, W.-J., Shih, T. K., Pai, T.-W., and Man, K. L. (2014). "Smartphone indoor localization with accelerometer and gyroscope." Proc. at the Network-Based Information Systems (NBIS), Barolli, L., Xhafa, F., Takizawa, M., Enokido, T., Castiglione, A., Santis, A. (Eds.), Salerno, pp. 465-469.