طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم بافت‌آگاه واقعیت‌افزوده

سید وحید رضوی ترمه[1] محمدرضا ملک[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰٤/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۰/۲٤

****

چکیده

واقعیت‌افزوده ترکیبی از دید واقعی با محتوای مجازی در زمان آنی است که رابطی جهت بهبود درک کاربر با دنیای واقعی و تعامل با آن است. استفاده گسترده از دستگاه‌های تلفن هوشمند مجهز به حسگرهای مختلف مانند GPS، ژیروسکوپ، دوربین و همچنین دسترسی گوناگون به شبکه‌های بی‌سیم با سرعت‌بالا، سرویس‌های واقعیت افزوده را در سال‌های اخیر به‌طور فزاینده‌ای محبوب کرده است.

با افزایش اطلاعات در واقعیت‌افزوده، ارائه‌ی همزمان همه‌ی اطلاعات نه‌تنها سودمندی و خوانایی این اطلاعات را کاهش داده بلکه جزییات و نحوه ارائه آن هم باید تابع شرایط باشد. برای غلبه بر این منگاره، ترکیب واقعیت‌افزوده با بافت‌آگاهی را ارائه داده‌ایم. بنابراین در تحقیق حاضر با توجه به بافت‌های کاربر، نحوه ارائه واقعیت‌افزوده تغییر می‌کند. بعد از مروری بر انواع روش‌های پیاده‌سازی، ردیابی و چارچوب‌های واقعیت افزوده به بررسی چارچوب واقعیت‌افزوده بافت آگاه و نحوه‌ی ترکیب مؤلفه‌های بافت آگاهی و واقعیت افزوده پرداخته می‌شود.

برای پیاده‌سازی نمایش اطلاعات موضوعی مرتبط با زمین‌لرزه ترکیبی ازبافت‌آگاهی و واقعیت‌افزوده مورد استفاده قرار گرفته است. در تحقیق حاضر سه بافت فاصله، جهت و زمان برای ارائه اطلاعات در واقعیت‌افزوده مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور پس از پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ناشی از زمین‌لرزه در تهران، مجتمع تجاری دنیای نور به‌عنوان مطالعه‌ی موردی انتخاب گردید و نحوه‌ی ارائه‌ی اطلاعات با توجه به سه بافت در نظر گرفته شده برای مکان موردنظرانجام شد. برای ارزیابی سیستم ارائه‌شده، ترکیب واقعیت‌افزوده و بافت‌آگاهی را با سیستم واقعیت‌افزوده به‌تنهایی مقایسه می‌کنیم. نتایج حاصل از ارزیابی نشان می‌دهد، ترکیب سیستم‌های واقعیت افزوده و بافت‌آگاه می‌تواند اطلاعات مفیدتر را با توجه به بافت کاربر نمایش دهد درحالی‌که نحوه‌ی ارائه‌ی اطلاعات در واقعیت افزوده به صورت یکنواخت است و هیچ پویایی در تغییر اطلاعات نمایشی ندارد.

واژه‌های کلیدی: واقعیت افزوده، بافت‌آگاهی، سیستم بافت‌آگاه، حسگر، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری.

****

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده‌ی مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی Vrazavi70@gmail.com

۲- دانشیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده‌ی مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی(نویسنده مسئول) mrmalek@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

رشد فناوری اطلاعات در حوزه‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری باعث تسهیل در فعالیت‌های روزانه افراد شده است، در نتیجه بسیاری از این فعالیت‌ها می‌تواند در هرجایی انجام شود. انسان‌ها فعالیت‌های روزانه خود را به منظور رسیدن به هدفی خاص انجام می‌دهند، این فعالیت‌ها در دنیای واقعی انجام می‌شود و وضعیت فعلی جهان واقعی بر روی روشی که مردم این کار را انجام می‌دهند اثر می‌گذارد؛ که‌یک بافت پویا از فعالیت‌ها و تغییر این بافت‌ها را فراهم می‌کند ***(Uijtdewilligen, 2010)*** .

فعالیت‌های انجام شده وابسته به محیط کاری و پویایی کاربر است بنابراین با استفاده از دانش بافت‌آگاهی باید محیط و تغییرات محیطی کاربر را در نظر گرفت اما برنامه‌های قدیمی یک خروجی بر اساس ورودی مشخص تولید می‌کنند و تغییر بافت را در نظر نمی‌گیرند. محاسبات بافت‌آگاهی اجازه تلفیق بافت کاربر به تغییری که اتفاق افتاده است را می‌دهد که بافت به‌عنوان اطلاعات مشخص‌کننده‌ی وضعیت کاربر معرفی می‌شود ***(Abowd et al., 1999)*** .

بافت آگاهی می‌تواند پلی بین دنیای واقعی که کارهای کاربر در آن انجام می‌شود و دنیای مجازی که برنامه‌ها در آن وجود دارند، باشد که در این فرآیند اطلاعات دنیای واقعی را در دنیای مجازی نمایش می‌دهد. رویکردی متفاوت جهت نمایش اطلاعات در دنیای واقعی استفاده از واقعیت افزوده است. با استفاده از واقعیت افزوده، لایه‌ای از اطلاعات اشیاء مجازی بر روی دنیای واقعی در زمان آنی نشان داده می‌شود که باعث بهبود درک کاربر از دنیای واقعی می‌شود ***(Milgram & Kishino, 1994: 1321-1329)***. واقعیت افزوده به ترکیبی ساده از دنیای واقعی و مجازی برمی‌گردد که به‌طورگسترده‌ای در زمینه‌های مختلف مانند، آموزش، سلامت و سرگرمی استفاده می‌شود. بافت آگاهی یک خصوصیت مهم از سرویس‌های واقعیت افزوده است. با افزایش اطلاعات واقعیت افزوده، ارائه‌ی همه‌ی اطلاعات در یک زمان می‌تواند خوانایی و سودمندی اطلاعات را کاهش دهد ***(Zhu, Ong, & Nee, 2013:1699-1714)***. برای غلبه بر منگاره از ترکیب بافت‌آگاهی با واقعیت افزوده استفاده شده است که با توجه به بافت‌های مورد نیاز کاربر، اطلاعات ضروری را با توجه به تغییر بافت کاربر به صورت واقعیت افزوده نمایش می‌دهد. اطلاع از آسیب‌پذیری ساختمان‌های یک محدوده نیازی ضروری برای امدادگران در مواقع خطر است. به علت عدم دسترسی آنی به نقشه‌های پهنه‌بندی زمین‌لغزش و آسیب‌پذیری و یا دانش اندک امدادرسانان در حوزه اطلاعات، نیاز به ارائه بافت آگاه اطلاعات آسیب‌پذیری ساختمان‌ها به کمک واقعیت‌افزوده و بصری سازی نتایج بر روی تجهیزات همراه می‌باشد. به‌طور کلی در هر نوع مبحث ناوبری اطلاع از آسیب‌پذیری ساختمان‌ها برای انتخاب مسیرهای ایمن و یا اسکان موقت نیاز است. قسمت دوم به پیشینه‌ی تحقیق، قسمت سوم به بررسی مفاهیم بافت‌آگاهی، قسمت چهارم به بررسی مفاهیم واقعیت افزوده، قسمت پنجم به چهارچوب پیشنهادی می‌پردازد. در قسمت ششم پیاده‌سازی و ارزیابی سیستم طراحی‌شده ارائه می‌گردد. بخش آخر نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری کلی اختصاص دارد.

۲- پیشینه تحقیق

۲-۱- واقعیت‌افزوده

واقعیت افزوده یک فناوری تعاملی است که یک محیط فیزیکی با عناصر مجازی بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند. این لایه‌ی مجازی بین محیط فیزیکی واقع‌شده است که به‌صورت اطلاعات متنی، عکس، ویدیو و دیگر عناصر مجازی است که کاربر از محیط فیزیکی می‌بیند. ازجمله دستگاه‌هایی که این فناوری می‌تواند بر روی آن‌ها قرار گیرد شامل تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها، برخی نمایشگرهای خاص و پروژکتورها است ***(Carmigniani et al., 2011:341-377)***.

سیستم واقعیت‌افزوده توسط Azuma(2001) به وجود آمد. Reitmayr و Drummond(2006) عناصر مهمی به یک سیستم واقعیت افزوده اضافه کردند که قابلیت

حمل‌ونقل داشته باشد. اولین شکل از واقعیت‌افزوده در سال ۱۹۵۰ در هنر فیلم‌برداری توسط Morton معرفی شد که sensorama نامیده شد *(Carmigniani et al., 2011:341-377)*. در سال ۱۹۶۰، Ivan اولین عکس‌برداری از واقعیت‌افزوده در Harvard را توسعه داد که یک دید گرافیک سه‌بعدی با استفاده از یک پرتوافکن به وجود آورد. در دهه‌ی ۷۰ و۸۰، مؤسسات تحقیقاتی Nasa، در صنعت هوانوردی به توسعه‌ی دستگاه‌های بی‌سیم، نمایش دیجیتال و گرافیک سه‌بعدی با استفاده از واقعیت‌افزوده پرداختند.Caudell و Mizell در سال ۱۹۹۰ در صنعت هوانوردی، یک سیستم کمکی واقعیت افزوده برای کارگرانی که در قسمت سیم‌کشی مشغول به کار بودند، طراحی کردند *(Carmigniani et al., 2011:341-377)*. پس از ۱۹۹۰، کامپیوترها و دستگاه‌های همراه واقعیت‌افزوده توسعه داده شدند و برای اولین بار مورداستفاده قرار گرفتند و واقعیت‌افزوده توجه زیادی در علوم کامپیوتر به خود جذب کرد و با واقعیت مجازی، فناوری سه‌بعدی، و فناوری تلفن همراه ارتباط برقرار کرد *(Van Krevelen & Poelman, 2010)*. این فناوری در پزشکی، صنعت، بازی، ارتش، هنر، ناوبری، آموزشی، گردشگری و معماری به کار گرفته می‌شود.

۲-۲ بافت‌آگاهی

برنامه‌های بافت‌آگاهی بعد از دهه‌ی ۹۰ به وجود آمد و schilit و Theimer در سال ۱۹۹٤ بافت‌های شامل مکان، معرفی افراد و اشیاء نزدیک را معرفی کردند.Brown و Boveyزمان روز، هفته، سال و دما را به تعریف اصلی بافت‌آگاهی در سال ۱۹۹۷ اضافه کردند. Pascoe در سال ۱۹۹۸ بافت‌هایی از حالت‌های فیزیکی و انتزاعی موردعلاقه کاربر در یک موجودیت خاص، معرفی کرد. این تعریف بافت، خصوصیات فیزیکی مانند مشخصات دستگاه، فاکتورهای خاص کاربر و علایق کاربر را معرفی می‌کند. مطابق تعریف Dey، بافت، اطلاعاتی است که به‌منظور مشخص کردن وضعیت یک موجودیت می‌تواند استفاده گردد. یک موجودیت یک شخص، یک مکان و یا یک شئ در نظر گرفته می‌شود *(Abowd et al., 1999)*.

بیشترین کاربردهایی که سیستم‌های واقعیت افزوده و بافت آگاه در رابطه با سیستم اطلاعات مکانی داشته‌اند مربوط به ناوبری کاربر است. از واقعیت افزوده جهت نمایش آسیب‌پذیری زمین لغزش و همچنین از بافت آگاهی جهت مشخص کردن بافت‌های مؤثر در زمین لغزش در تحقیقات گذشته استفاده نشده است. ایده و نوآوری این تحقیق، ترکیب سیستم‌های واقعیت افزوده و بافت‌آگاه جهت نمایش آسیب‌پذیری زمین لغزش با توجه به بافت‌های مؤثر است.

۳- محاسبات بافت‌آگاهی

۳-۱- بافت

مطالعات زیادی در زمینه‌ی بافت‌آگاهی انجام شده است و همچنین تعاریف مختلفی از بافت وجود دارد. بافت می‌تواند به عنوان یک محیط از کاربر یا دستگاه توصیف شود. در برنامه‌های بافت‌آگاه، بافت از طریق اطلاعات بافت نمایش داده می‌شود *(Abowd et al., 1999)*. اطلاعات بافت، اطلاعاتی هستند که می‌توانند جهت مشخص کردن وضعیت یک موجودیت استفاده شود. یک موجودیت یک شخص، مکان و یا یک شئ است که به‌طور مناسبی می‌توان جهت تعامل بین کاربر و یک برنامه در نظر گرفت که شامل برنامه و کاربر نیز می‌شود. اطلاعات بافت توسط حسگرها جمع‌آوری می‌شوند. از جمله اطلاعات بافت موقعیت و یا دمای محیط فیزیکی کاربر می‌تواند باشد که این فرآیند را به‌عنوان مشاهدات بافت در نظر می‌گیریم.

۳-۲- طبقه‌بندی بافت

در یک طبقه‌بندی کلی بافت به سه گروه تقسیم شد *(Schilit, Adams, & Want, 1994)*. سپس chen و kotz(2000) طبقه‌بندی فوق را به‌صورت جدول ۱ گسترش دادند.

بعد از آن در سال ۲۰۰۳، بافت سابقه مثل مکان‌های

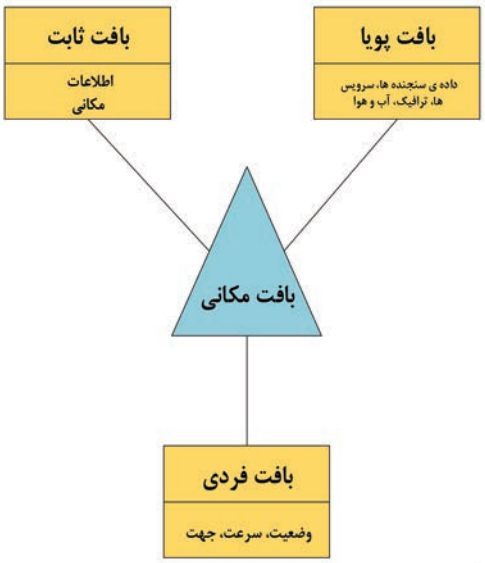
قبلی، درخواست‌ها و احتیاجات قبلی کاربر به طبقه‌بندی بالا اضافه شد *(Nivala & Sarjakoski, 2003)*. عده‌ای بیشتر بافت را برمبنای این طبقه‌بندی می‌کنند که توسعه‌دهندگان چه نوع از اطلاعات کاربردی را در زمان طراحی سیستم‌هایشان مورد توجه قرار خواهند داد *(Abowd et al., 1999)*. بافت مکانی همچنین می‌تواند به بافت ثابت، پویا و فردی طبقه‌بندی شود. همانطور که در نگاره ۱ نشان داده شده است، اطلاعات بافت فردی شامل داده‌های خاص در مورد یک کاربر مثل اولویت‌های کاربر، مکان، سرعت و جهت می‌باشد. از این‌رو برای فردی سازی فرآیندهای مکانی استفاده خواهد شد. بافت ثابت شامل اطلاعات مکانی است که ممکن است بر محیط کاربر تأثیر بگذارد و همانند داده‌های رقومی ذخیره می‌شود. بافت پویا شامل اطلاعات زمان واقعی است که از سنجنده‌ها به دست می‌آید و یا به‌وسیله‌ی سرویس‌های اطلاعاتی مشابه برای هوا، ترافیک و جنبه‌های قابل‌تغییر محیط کاربر فراهم می‌شود؛ بنابراین بافت ثابت به‌سرعت تغییر نمی‌کند ولی بافت پویا تغییر می‌کند *(Hong, 2008)*.

جدول ۱: انواع بافت *(Chen & Kotz, 2000)*

نوع بافت	مثال
بافت محاسباتی	پردازنده‌های موجود، شبکه ارتباطی و پهنای باند
بافت کاربر	شناسه کاربران، مشخصات کاربران، موقعیت و مردم اطراف
بافت فیزیکی	روشنایی، صدا، دما، رطوبت، سرعت، جهت، زاویه حامل، ارتفاع، وزن، فشار، حجم، فاصله
بافت زمان	ساعات روز، هفته، ماه و سال

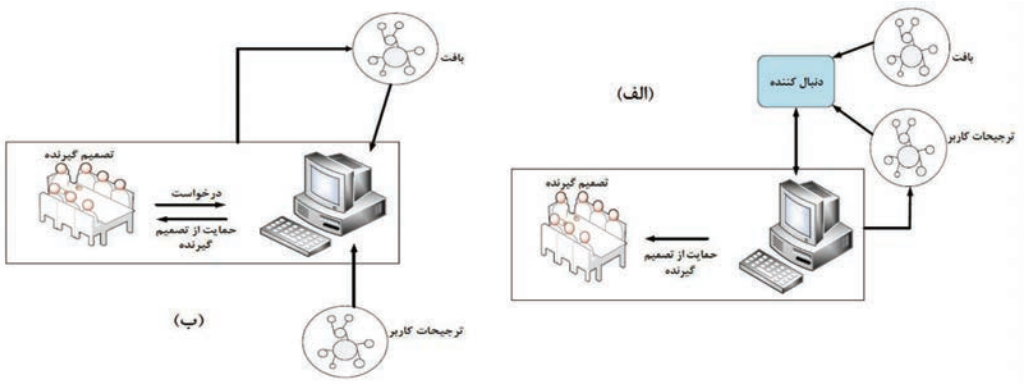
۳-۳ - انواع سیستم‌های بافت‌آگاه

سه سطح متفاوت برای خدمات بافت‌آگاه وجود دارد: شخصی‌سازی، بافت‌آگاهی غیرفعال و بافت‌آگاهی فعال. در سطح سرویس شخصی‌سازی کاربران به‌صورت دستی پروفایل، ترجیحات و داده‌های بافتی را فراهم می‌کنند در نتیجه توصیه‌های بهتری در مقایسه با توصیه‌های بدون بافت صورت می‌گیرد، چرا که سیستم داده‌ی موقعیت را دارا می‌باشد. هرچند کاربران این روش سنتی را مداخله‌جویانه و مزاحم ارزیابی می‌کنند. خدمات بافت‌آگاه غیرفعال، به‌صورت خودکار بافت کاربر را از حسگرها دریافت می‌کند.



نگاره ۱: انواع بافت‌های مکانی *(Hong, 2008)*

این سرویس با استفاده از رویدادهایی که توسط کاربر ایجاد شده‌اند، فعال می‌شود. این سرویس همچنان غیرفعال است، چراکه تنها در زمانی فعالیت خواهد کرد که رویدادهای خاصی توسط کاربر انجام گیرد. این سرویس داده‌های بافتی کاربر را از سرور بافت و یا به طور مستقیم از حسگرها دریافت می‌کند. ترجیحات کاربر اطلاعات ذخیره شده‌ای است که به سرویس‌ها فراهم می‌شود. یک سرویس بافت آگاه فعال (نگاره ۲-الف) نه تنها می‌تواند به صورت خودکار محتوای خود را تغییر دهد، بلکه می‌تواند به طور خودکار نیز اجرا شود. در سطح فعال به‌روزرسانی اطلاعات به‌صورت منظم انجام می‌گردد. در این حالت لزومی ندارد که کاربر عمل خاصی برای شروع سرویس انجام دهد یا اینکه داده‌های شخصی و بافتی را به‌صورت دستی وارد کند *(Kwon, Yoo, & Suh, 2005:149-161)*. در نگاره ۲ سطوح مختلف بافت‌آگاهی نشان داده شده است.



نگاره ۲: سطوح بافت‌آگاهی الف) بافت آگاهی فعال ب) بافت آگاهی غیرفعال ***(Kwon, Yoo, & Suh, 2005:149-161)***

۳-٤ خصوصیت برنامه‌ی بافت‌آگاه

یک سیستم بافت‌آگاه را می‌توان بدین صورت تعریف کرد: سیستمی بافت‌آگاه است که از اطلاعات بافت به‌منظور تنظیم سرویس‌های مربوط به کاربر استفاده کند. مطابق این تعریف، برنامه‌ای بافت‌آگاه است که سرویس‌های پیشنهادی برنامه با استفاده از اطلاعات بافت به بافت موردنظر تلفیق شود ***(Abowd et al., 1999)***. بر طبق گفته‌ی Dey خصوصیاتی که یک برنامه بافت‌آگاه ممکن است پشتیبانی کند به‌صورت زیر دسته‌بندی می‌شود ***(Abowd et al., 1999)***.

- نمایش اطلاعات و سرویس‌ها به کاربر
- اجرای خودکار یک سرویس
- برچسب‌هایی از بافت جهت بازیابی بعدی اطلاعات

Buchholz یک زنجیره از مقادیر بافت‌آگاهی را معرفی کرد که مراحل مختلف از خصوصیاتی که در بالا اشاره شد را فراهم می‌کند که در نگاره ۳ نشان داده‌شده است ***(Buchholz, 2002)***

نگاره ۳: زنجیره مقادیر بافت‌آگاهی

اولین گام در این فرآیند **دریافت بافت** است. در این قسمت از فرآیند، حسگرها در محیط اندازه‌گیری‌هایی را به‌منظور دریافت اطلاعات سطح پایین بافت انجام می‌دهند.

دومین گام در این فرآیند **استنتاج بافت** است که شامل مراحل پیش‌پردازش داده‌ها و تصحیح اطلاعات سطح پایین بافت و تبدیل آن به اطلاعات سطح بالای بافت می‌باشد که این مرحله شامل دو قسمت جمع‌آوری و تفسیر بافت است که در جمع‌آوری، اطلاعات بافت را از منابع مختلف باهم ترکیب می‌کنیم ***(Alegre, Augusto, & Clark, 2016:55-83)***. آخرین گام از فرآیند **انتشار بافت** است که اطلاعات سطح بالای بافت ذخیره و انتشار پیدا می‌کند. این اطلاعات می‌تواند به کاربر ارسال شود و یا توسط کاربر در مواقع موردنیاز بازیابی شود. به‌منظور فراهم کردن اطلاعات بافت به برنامه‌های بافت‌آگاه، Buchholz(2002) پیشنهاد استفاده از سرویس‌های اطلاعات بافت (CIS)[1] را داده است. یک CIS اطلاعات بافت را بر اساس اندازه‌گیری حسگرها از منابع مختلف فراهم می‌کند که شامل دستگاه تلفن درخواست‌کننده‌ی سرویس نیز می‌باشد. بر اساس اندازه‌گیری‌ها و پالایش اطلاعات سطح پایین بافت و تبدیل آن به اطلاعات سطح بالای بافت و فراهم کردن اطلاعات مورد نظربه دستگاه تلفن می‌باشد. جدول ۲ لیستی از تعدادی اطلاعات بافت و حسگرهای مورد استفاده در تلفن‌های هوشمند را نشان می‌دهد.

٤- واقعیت افزوده

واقعیت‌افزوده یک واسط کاربری است که اطلاعات مکانی مثل موقعیت یا جهت اشیاء یا مکان‌ها را در برنامه‌ی

1- Context Information System

کاربردی مکان –مبنا مجسم می‌سازد. اطلاعات در این‌گونه برنامه‌ها براساس موقعیت کاربر تجزیه و نمایش داده می‌شود ***(Reitmayr & Schmalstieg, 2003)*** .

جدول ۲- اطلاعات بافت در تلفن‌های هوشمند *(Saeedi, 2013)*

نمونه بافت	حسگرهای سخت‌افزاری
زمان	زمان GPS بر روی دستگاه یا همزمان سازی با شبکه
مکان	باز: GPS، IMU، تعیین موقعیت سلولی بسته: WIFI، IMU، بلوتوث
حرکت	دوربین، شتاب سنج، ژیروسکوپ
دید	CMOS، دوربین‌هایCCD
صدا	میکروفون
نور	دیود حساس به نور، حسگرهای رنگی
تماس	حسگرهای صفحه بر روی دستگاه موبایل
دما	دماسنج
فشار	فشارسنج

واقعیت مجازی و واقعیت‌افزوده بر روی گردآوری اطلاعات برای کاربر در محیط سه‌بعدی تمرکز داشته و محیط کاربر را با اشیاء تولیدشده توسط کامپیوتر غنی می‌سازد. واقعیت مجازی، کاربر را در محیطی کاملاً مجازی قرار می‌دهد، حال‌آنکه واقعیت افزوده کاربر را در محیط واقعی قرار داده و اطلاعاتی اضافه بر محیط را برای او فراهم می‌آورد.

میلیگرام[1] مفهوم واقعیت‌افزوده را براساس زنجیره‌ای از واقعیت – مجازیت تعریف کرده که در نگاره٤ نشان داده‌شده است. محیط مجازی یک محیط کاملاً مصنوعی است و محیط واقعی درست برعکس آن، تنها از اشیا واقعی تشکیل‌شده است. این دو محیط مطمئناً به خاطر خواص متفاوت خود کاملاً از هم مجزا هستند، اما این تفاوت‌ها می‌توانند به‌عنوان دو سر زنجیره‌ی واقعیت–مجازی درنظر گرفته شوند ***(Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1994)*** .

1- Milgram

واقعیت ترکیبی

نگاره ٤: نمایش محدوده‌ی واقعیت‌افزوده

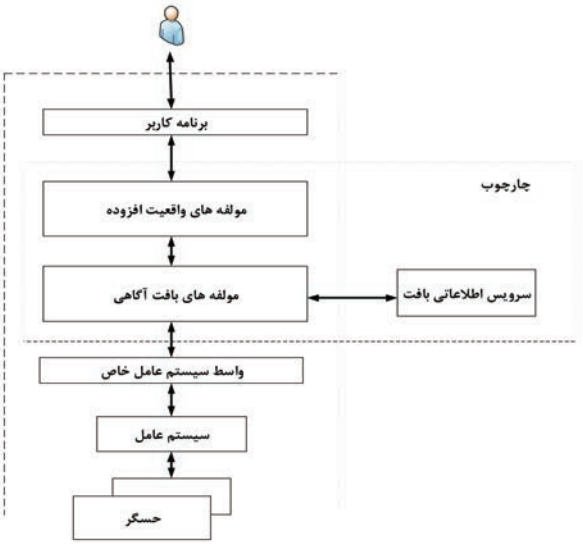
واقعیت افزوده می‌تواند رابط کاربری بسیار قوی‌ای را برای برنامه‌های کاربری تجهیزات سیار فراهم کند. هدف استفاده از آن افزودن اطلاعات و معنا به اشیا یا محل‌های حقیقی است. دید کاربر توسط اطلاعات مکان مبنای صحیح، تکمیل‌شده و روش بصری برای ارائه‌ی اطلاعات فراهم می‌شود. برخلاف واقعیت مجازی، واقعیت افزوده از واقعیت شبیه‌سازی نمی‌کند و به جای آن اشیاء و فضای حقیقی را به‌عنوان فونداسیون قرار داده و فناوری‌هایی به کار می‌گیرد که با افزودن داده‌های مکانی به آن‌ها باعث درک عمیق‌تر محیط می‌شود. در حقیقت این مفهوم طراحی‌شده تا خط مابین واقعیتی که کاربر در حال تجربه‌ی آن است با محتوای فراهم‌شده را محو کند ***(Di Serio, Ibáñez, & Kloos, 2013:586-596)***.

واقعیت ترکیبی در وسط زنجیره‌ی واقعیت –مجازی قرار گرفته و نشان‌دهنده‌ی تمام سیستم‌هایی است که از عناصر هر دو محیط واقعی و مجازی به‌طور همزمان استفاده می‌کنند.

٤-١- واقعیت‌افزوده همراه

بسیاری از تنظیمات سخت‌افزاری در واقعیت افزوده بر پایه‌ی کامپیوترهای رومیزی ایستا همراه با دوربین‌های ثابت با نمایشگرهای خاص و یا لپ‌تاپ‌هایی است که بر روی کوله سوار می‌شوند. باوجود قدرت اجرایی بالای این تنظیمات و عملکردهایی که نیاز به دخالت دست ندارند؛ این روش نقاط ضعفی مانند هزینه بالا، ظاهر نامناسب و ایجاد محدودیت‌های حرکتی برای کاربر به همراه دارد. نقاط منفی فوق‌الذکر باعث شده که این محصول به‌طور گسترده در بین کاربران غیر فنی کاربرد نداشته باشد. نقص سیستم

واقعیت افزوده‌ی ایستا هنگامی به‌وضوح آشکار می‌گردد که این سیستم در حسابگری همراه به کار گرفته شود؛ زیرا سیستم سیار برخلاف سیستم ایستا، کاربر را در هر زمان و مکانی که به آن نیاز داشته باشد یاری می‌کند (*Mulloni, 2007*).



نگاره۵: مؤلفه‌های مختلف چارچوب پیشنهادی واقعیت افزوده‌ی بافت آگاه

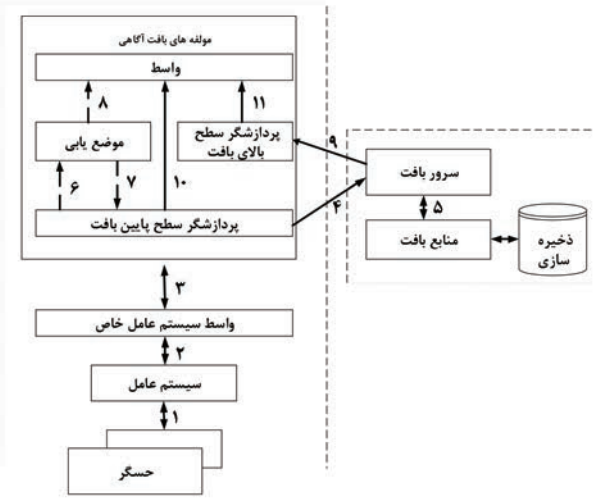
۵- چارچوب پیشنهادی واقعیت‌افزوده‌ی بافت‌آگاه

این چارچوب شامل دو نوع مؤلفه‌ی بافت‌آگاهی و واقعیت‌افزوده است که دو قسمت مجزا از تابع‌های بافت‌آگاهی و واقعیت‌افزوده را پشتیبانی می‌کند. مؤلفه‌های بافت‌آگاهی شامل دریافت بافت، استنتاج بافت و انتشار بافت است و مؤلفه‌های واقعیت‌افزوده شامل پردازشگر هشدارها و محتوای مجازی که از مؤلفه‌های بافت‌آگاهی به دست می‌آید و پردازشگر واقعیت‌افزوده جهت نمایش است. مؤلفه‌های مربوط به این چارچوب در نگاره ۵ نشان داده‌شده است.

مؤلفه‌های بافت‌آگاهی تابع‌هایی را ایجاد می‌کنند که اطلاعات سطح پایین بافت را دریافت و آن‌ها را پس از پالایش و تصحیح به اطلاعات سطح بالای بافت تبدیل می‌کنند و این اطلاعات را با استفاده از واقعیت‌افزوده نمایش می‌دهند. برنامه کاربر بر روی دستگاه تلفن، یک ورودی از طریق کاربر به چهارچوب فراهم می‌کند و دید واقعیت‌افزوده از چارچوب را دریافت می‌کند. برنامه‌های بر روی دستگاه تلفن، ناتوان به استفاده از مؤلفه‌های واقعیت افزوده هستند. به‌طور مثال در صورت نبود یک‌قطب نمای رقومی در برنامه‌ی واقعیت‌افزوده، این قطب‌نما را می‌توان با استفاده از بافت‌های در نظر گرفته‌شده پشتیبانی کرد.

۵-۱ مؤلفه‌های بافت‌آگاهی

مؤلفه‌های بافت‌آگاهی مسئول اجرای سه مرحله فرآیند به‌منظور پشتیبانی بافت‌آگاهی مانند دریافت بافت، پیش‌پردازش و استنتاج بافت، و انتشار بافت هستند. دریافت بافت توسط منابع بافت انجام می‌شود که شامل دستگاه تلفن و دیگر منابع اطلاعات بافت است. مراحل استنتاج و انتشار بافت توسط CIS انجام می‌شود. نگاره ٦ یک ساختار داخلی از مؤلفه‌های بافت‌آگاهی را نشان می‌دهد.



نگاره٦: معماری مؤلفه‌های بافت‌آگاه

۵-۱-۱- دریافت بافت

در طول مرحله‌ی دریافت بافت، منابع بافت داده‌های اندازه‌گیری شده و یا اطلاعات را بازیابی می‌کنند و آن را به‌عنوان اطلاعات سطح پایین بافت در نظر می‌گیرند. هنگامی‌که دستگاه تلفن به‌عنوان یک منبع بافت عمل می‌کند، مؤلفه‌های بافت‌آگاهی داده‌ی حسگرها را از سیستم عامل تلفن درخواست می‌کنند (مراحل۱و۲ در نگاره٦).

اندازه‌گیری حسگرها به‌عنوان اطلاعات سطح پایین بافت به CIS منتقل می‌شود. جهت نمایش اطلاعات موردنظر، یک مدل باید استفاده و یا توسعه داده شود. مدل توسعه داده‌شده باید اطلاعات بافت را بر اساس حسگرهای موجود پشتیبانی کند. جهت مدل‌سازی بافت‌آگاهی در این تحقیق از روش شی گرایی استفاده می‌کنیم که بافت را در کد برنامه‌نویسی نشان می‌دهد و امکان تغییر و دست‌کاری در مقادیر وجود دارد. برای بازیابی اندازه‌گیری‌های انجام‌شده، مؤلفه‌های بافت‌آگاهی بین چارچوب و سیستم‌عامل دستگاه تلفن ارتباط برقرار می‌کند. لایه‌ی واسط کاربری،داده‌ها را از یک سیستم‌عامل خاص به یک مدل عمومی انتقال می‌دهد(مرحله ۳ در نگاره٦).

۵-۱-۲- استنتاج بافت

بر اساس اطلاعات سطح پایین بافت که از دستگاه تلفن (مرحله ٤ در نگاره ٦) و دیگر منابع بافت (مرحله ۵ در نگاره٦) حاصل می‌شود، CIS تابع‌هایی را جهت تبدیل اطلاعات سطح پایین بافت به اطلاعات سطح بالای بافت فراهم می‌کند. یک نمونه خاص از پالایش بافت، فرآیند موضع‌یابی[1] است. این فرآیند می‌تواند توسط CIS و همچنین دستگاه تلفن انجام شود. فرآیند موضع یابی وظیفه‌ی تعیین موقعیت دستگاه تلفن همراه را به عهده دارد. در تحقیق حاضر از حسگر GPS جهت فرآیند موضع‌یابی در فضای باز استفاده می‌شود.

فرآیند موضع‌یابی اندازه‌گیری‌ها را از پردازشگرهای سطح پایین بافت (مرحله ٦ در نگاره٦) دریافت می‌کند و موقعیت تلفن همراه را تعیین می‌کند و نتایج را به‌عنوان اطلاعات بافت به CIS (مرحله ۷ در نگاره٦) و دیگر مؤلفه‌ها (مرحله ۸ در نگاره ٦) برمی‌گرداند. دستگاه تلفن می‌تواند انتخاب کند که فرآیند موضع‌یابی را به‌صورت آنی اجرا کند و یا داده‌های موجود در پایگاه داده را به CIS ارسال کند. هنگامی‌که هیچ منبع داده‌ای برای اندازه‌گیری آنی در دسترس نیست، موضع یابی محلی از پایگاه داده انجام می‌شود. به‌منظور رسیدن به این هدف دستگاه تلفن باید اطلاعات اندازه‌گیری شده داخلی را به CIS بفرستد که موضع یابی را بر روی دستگاه تلفن اجرا کند و یا یک پیام برگرداند و به دستگاه تلفن مخابره شود که اندازه‌گیری‌ها را به CIS ارسال کند. پس از پردازش و مدل‌سازی بافت نیاز به فهم و دانش جدید از بافت است که روش‌های مختلفی ازجمله یادگیری طبقه‌بندی‌شده و طبقه‌بندی نشده، منطق فازی، مدل‌های احتمالی، روش‌های هستی‌شناسی و تعیین قاعده و قوانین جهت استنتاج بافت وجود دارد ***(Alegre, Augusto, & Clark, 2016:55-83)***

در این تحقیق از روش تعیین قاعده و قانون با استفاده از ساختار اگر-آنگاه استفاده شده است. که بر اساس این قاعده، مقداری که از سه بافت به دست می‌آید شرط‌های مختلفی بر روی آن‌ها جهت نمایش متفاوت در واقعیت‌افزوده گذاشته می‌شود.

۵-۱-۳- انتشار بافت

مرحله‌ی آخر مربوط به انتشار بافت است که اقدام به ذخیره‌ی اطلاعات سطح بالای بافت و فراهم کردن آن به دستگاه تلفن می‌شود (مرحله ۸ در نگاره٦). اطلاعات بافت از پردازشگرهای سطح پایین بافت (مرحله ۹ در نگاره٦)، فرآیند موضع یابی داخلی(مرحله ۸ در نگاره٦) و CIS (مرحله ۱۰ در نگاره٦) عبور می‌کند و به‌واسطه انتقال پیدا می‌کند.

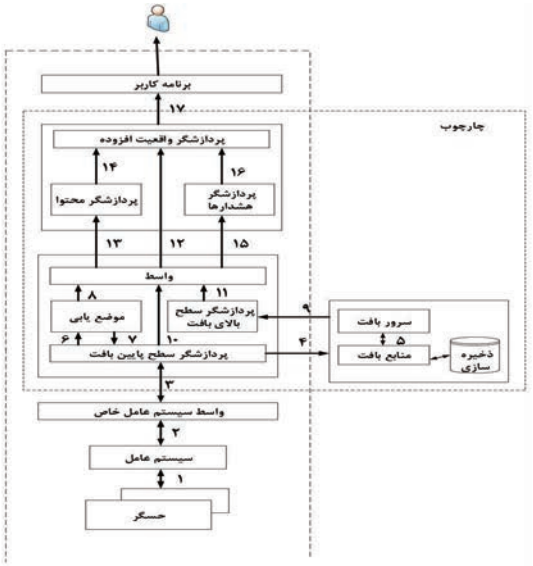
واسطه اطلاعات بافت را به دیگر مؤلفه‌های نرم‌افزار که از مؤلفه‌های بافت‌آگاهی مانند مؤلفه‌های واقعیت‌افزوده استفاده می‌کنند فراهم می‌نماید.

۵-۲- مؤلفه‌های واقعیت‌افزوده

به‌منظور فراهم کردن توابع واقعیت افزوده بدون نشانگر، مؤلفه‌ها نیاز به موقعیت، دوران، تیلت و چرخش دستگاه تلفن دارند؛ که مؤلفه‌های یادشده، می‌توانند از مؤلفه‌های بافت‌آگاهی جمع‌آوری شود (مرحله ۱۲ در نگاره ۸). بر اساس داده‌های جمع‌آوری‌شده از حسگرها، میدان دید

1- Localization

می‌تواند برقرار شود. مؤلفه‌های بافت‌آگاهی همچنین محتوا (مرحله ۱۳ در نگاره ۸) و هشدارها (مرحله ۱۵ در نگاره ۸) را فراهم می‌کنند. نگاره۸ معماری کلی از سیستم‌های واقعیت افزوده‌ی بافت‌آگاه را نشان می‌دهد.



نگاره ۸ : معماری کلی سیستم

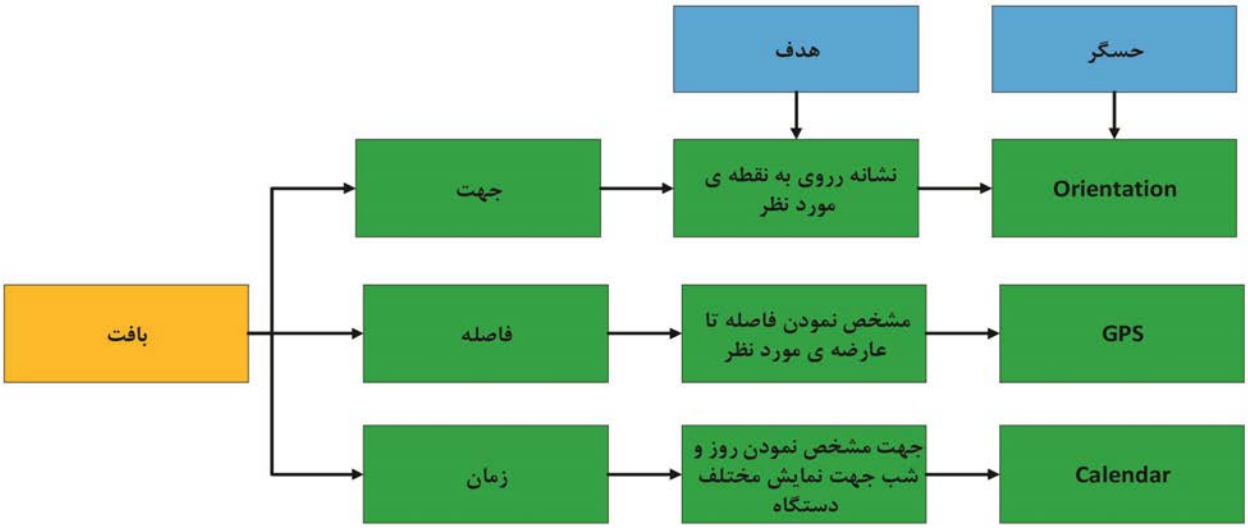
۶-پیاده‌سازی و اجرا

جهت پیاده‌سازی چارچوب‌های واقعیت افزوده‌ی بافت آگاه بر روی تلفن هوشمند، ابتدا بافت‌های موردنیاز در نظر گرفته‌شده و سپس با توجه به تغییر بافت‌ها، نحوه‌ی ارائه‌ی نمایش در واقعیت‌افزوده تغییر می‌کند. در ادامه به بررسی بافت‌های موردنظر پرداخته می‌شود.

۶-۱- مدل‌سازی بافت

جهت انجام این تحقیق، از سه بافت جهت، فاصله و زمان استفاده شده است. بافت جهت به‌منظور اینکه عارضه‌ی موردنظر در جهت نشانه‌روی کاربر باشد و نمایش واقعیت افزوده دقیقاً بر روی عارضه نشان داده شود، انتخاب شد. با توجه به فواصل مختلفی که کاربر تا عارضه‌ی موردنظر دارد، نیاز به نمایش اطلاعاتی متفاوت با توجه به تغییر بافت می‌باشد، به همین دلیل یکی از بافت‌های مهم در این تحقیق، بافت فاصله است. هنگامی که کاربر در شب به عارضه‌ی موردنظر نشانه‌روی می‌کند، نمایش واقعیت افزوده به‌صورت متنبه صورت واضح امکان‌پذیر نیست و باید نمایش به صورت اشکال گرافیکی باشد تا کاربر درک بهتری از نمایش واقعیت افزوده داشته باشد و بافت زمان دیگر بافت مهم در تحقیق است. در نگاره ۹ نحوه‌ی مشاهده و استخراج بافت‌های ذکرشده و حسگرهای مورد استفاده جهت اندازه‌گیری بافت‌ها نشان داده‌شده است.

فاصله بین کاربر و نقطه‌ی موردعلاقه ما که از حسگر



نگاره ۹: بافت‌های موردنظر و حسگرهای مورداستفاده

جدول ۳: نحوه‌ی تغییر و اطلاعات توصیفی بافت فاصله و زمان

بافت	فاصله تا عارضه	ساعت(تیرماه)	اطلاعات توصیفی
فاصله	کمتر از ۱۵۰ متر	-	نام مکان موردنظر، نوع آسیب‌پذیری، فاصله تا محل پرخطر
	بیشتر از ۱۵۰ متر	-	نوع آسیب‌پذیری
زمان	-	از ساعت ٦ صبح تا ۹ شب	با توجه به فاصله موردنظر تا عارضه، هر یک از اطلاعات توصیفی فاصله را به‌صورت متنی نمایش می‌دهد.
	-	از ساعت ۹ شب تا ٦ صبح	از اشکال گرافیکی و رنگ استفاده می‌کنیم.

GPS تلفن هوشمند به دست می‌آید، می‌توان طبق رابطه‌ی ۱ بافت فاصله را محاسبه کرد:

$$d = \sqrt{(xc - xp)^2 + (yc - yp)^2} \quad (۱)$$

که در رابطه ۱، xc و yc موقعیت کاربر و xp و yp موقعیت نقطه‌ی موردعلاقه ما است که در پایگاه داده برنامه برای نقاط مختلف ذخیره گردیده است. نحوه ی ارائه‌ی واقعیت‌افزوده تابع فاصله تغییر می‌کند.

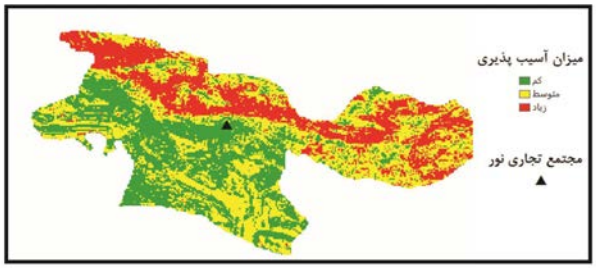
برای تشخیص ساختمان‌هایی که توسط کاربر نشانه‌روی شده‌اند ابتدا بافت‌های موقعیتی وجهتی کاربر مورد سنجش قرار خواهند گرفت. مشاهدات انجام شده برای بافت جهتی کاربر با استفاده از تابع جهتی انجام خواهند شد. نتیجه سنجش بافت جهتی توسط این تابع برداری با سه مؤلفه می‌باشد که مؤلفه‌ی اول آن آزیموت دستگاه است. با توجه به موقعیت فعلی کاربر و آزیموت نشانه‌روی می‌توان معادله خط نشانه‌روی را مطابق فرمول ۲ و ۳ به دست آورد:

$$M_1 = \tan\alpha \quad (۲)$$

$$y_m = M_1 * x + (y_c - M_1 * x_c) \quad (۳)$$

در رابطه‌ی ۲ و۳، xc و yc موقعیت مسطحاتی فعلی کاربر، α آزیموت نشانه‌روی، M_1 زاویه‌ی خط نشانه‌روی، وy_m معادله‌ی خط نشانه‌روی می‌باشد. در صورتی‌که موقعیت نقطه‌ی مورد علاقه ما در معادله ۳ قرار گیرد، تلفن هوشمند به نقطه‌ی موردنظر توجیه می‌شود. و همچنین به منظور ارائه‌ی اطلاعات واقعیت‌افزوده در جهات نشانه‌روی شده، نقطه‌ی موردنظر با کمترین فاصله را در نظر می‌گیرد.

بافت زمان که از ساعت تلفن هوشمند استخراج می‌شود با توجه به ساعت طلوع و غروب خورشید در ماه‌های مختلف، نمایش مختلفی از واقعیت افزوده در هنگام روز یا شب در اختیار کاربر قرار می‌دهد. نحوه ارائه‌ی اطلاعات در ساعات روز به‌صورت متنی و در شب هنگام به صورت اشکال گرافیکی و یا متن براساس علاقه کاربرمی‌باشد.



نگاره ۱۰: منطقه مورد مطالعه

٦-۲- پیاده‌سازی

جهت انجام پهنه‌بندی زمین‌لغزش ابتدا لایه‌های اطلاعاتی درجه شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، لیتولوژی، طبقه ارتفاعی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه به‌عنوان عوامل مؤثر بر زمین‌لغزش شناسایی و لایه‌های مذکور در محیط GIS آماده گردیدند. جهت انجام پهنه‌بندی زمین‌لغزش از روش نسبت فراوانی[1] استفاده گردید.مدل نسبت فراوانی به‌عنوان یک مدل آماری دومتغیره می‌تواند به‌عنوان یک ابزار ساده‌ی مکانی جهت محاسبه‌ی رابطه‌ی احتمالی بین متغیرهای مستقل و وابسته استفاده شود که شامل چندین نقشه‌ی کلاسه‌بندی شده می‌باشد *(Shahabi, Hashim, & Ahmad, 2015:8647-8668)*.

1- Frequency Ratio

نگاره ۱۱: نمایش واقعیت‌افزوده با توجه به بافت فاصله الف) فواصل کمتر از ۱۵۰ متر ب) فواصل بیشتر از ۱۵۰ متر

درواقع نسبت فراوانی احتمال وقوع یک ویژگی خاص است. رویکرد نسبت فراوانی بر اساس رابطه‌ی مشاهده‌شده بین توزیع محل‌های وقوع زمین‌لغزش ومعیارهای وابسته به زمین‌لغزش است. نسبت فراوانی هر کلاس طبق معادله‌ی ٤ محاسبه می‌شود.

$$FR = A/B \qquad (٤)$$

که در این رابطه FR نسبت فراوانی، A درصد پیکسل‌های لغزشی، B درصد پیکسل‌های فاقد لغزش است.

در این تحقیق، مطالعه موردی مشخص کردن آسیب‌پذیری ساختمان‌ها در برابر زلزله در استان تهران می‌باشد و به‌عنوان نمونه ساختمان مربوط به مرکز تجاری دنیای نور جهت انجام تحقیق در نظر گرفته‌شده است. پس از مشخص شدن آسیب‌پذیری مربوط به هر نقطه، با توجه به بافت‌های در نظر گرفته‌شده، اطلاعاتی در خصوص آسیب‌پذیری به صورت واقعیت افزوده به کاربر نمایش داده می‌شود. پهنه‌بندی زلزله در استان تهران و مجتمع تجاری نور در نگاره۱۰ نشان داده‌شده است.

در نهایت خروجی مرتبط با بافت فاصله در نگاره ۱۱ نشان داده است. نحوه‌ی تغییر بافت فاصله و زمان نیز به ترتیب در جدول ۳ نشان داده شده است.

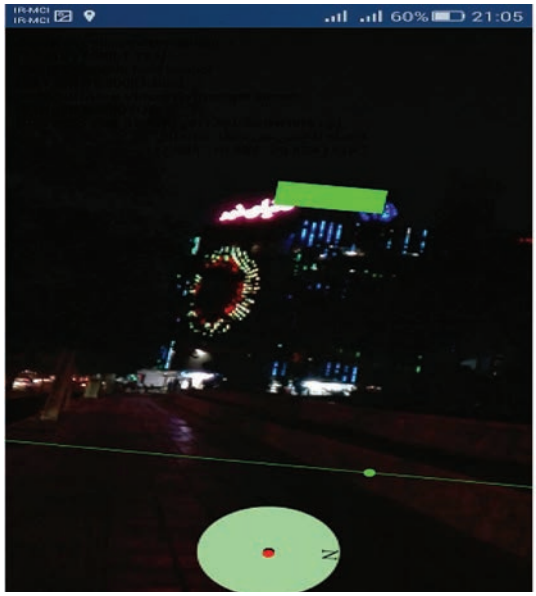
همچنین، خروجی مرتبط با بافت زمان در نگاره ۱۲ نشان داده شده است. واقعیت افزوده در طول روزبه همان صورت متنی که برای بافت فاصله توضیح داده شد، نمایش داده می‌شود. جهت نمایش واقعیت‌افزوده در طول شب با توجه به اینکه نمایش متون در شب به صورت واضح وجود ندارد از اشکال گرافیکی استفاده می‌شود؛ که اشکال به رنگ سبز نشان‌دهنده‌ی وضعیت کم‌خطر می‌باشد. همچنین انتخاب نمایش متن و یا گرافیک در طول شب می تواند براساس علاقه کاربر انجام گردد.

٦-۳- ارزیابی نتایج

به‌منظور ارزیابی نتایج، سیستم طراحی‌شده را در

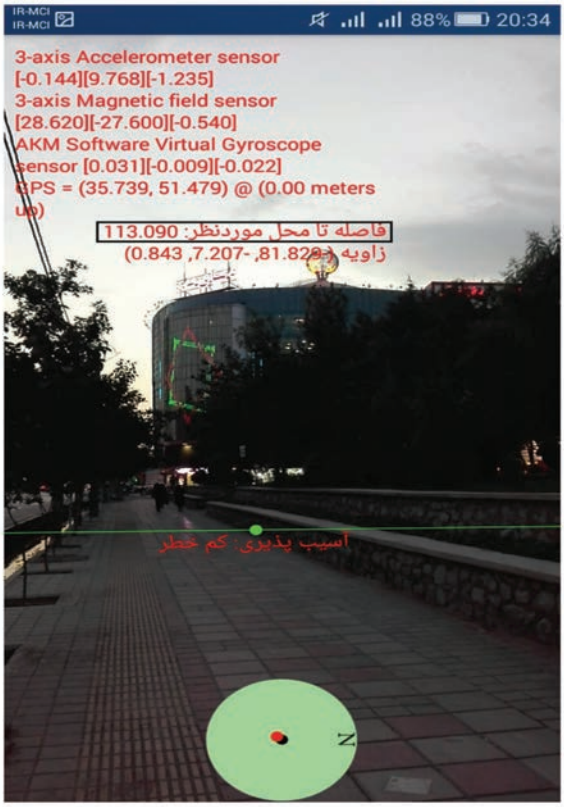
دو حالت واقعیت‌افزوده و ترکیبی از واقعیت‌افزوده و بافت‌آگاهی پیاده‌سازی و با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. در ترکیب واقعیت‌افزوده با بافت‌آگاهی، با توجه به تغییر بافت فاصله در فواصل کمتر و بیشتر از ۱۵۰ متر اطلاعات متفاوتی به کاربر داده می‌شود؛ که در فواصل کمتر از ۱۵۰ متر این اطلاعات به‌صورت جزئی‌تر و در فواصل بیشتر از ۱۵۰ متر، اطلاعات کلی راجع به آسیب‌پذیری در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. (نگاره ۱۲)

در حالت واقعیت‌افزوده، سیستم بدون توجه به بافت فاصله، اطلاعات یکنواختی را به کاربر نشان می‌دهد؛ که این اطلاعات در فواصل کمتر و بیشتر از ۱۵۰ متر مشابه یکدیگر بوده و فقط نحوه‌ی آسیب‌پذیری را نمایش می‌دهد. خروجی مرتبط با سیستم واقعیت‌افزوده در نگاره۱۳ نشان داده‌شده است.



نگاره۱۲: نمایش واقعیت‌افزوده با توجه به بافت زمان در شب

(ب)



(الف)

نگاره ۱۳: نمایش واقعیت‌افزوده بدون توجه به بافت فاصله الف) فواصل کمتر از ۱۵۰ متر ب) فواصل بیشتر از ۱۵۰ متر

سیستم واقعیت‌افزوده بافت‌آگاه با توجه به بافت کاربر و تغییرات بافت، اطلاعات مفید و متفاوتی را به کاربر ارائه می‌دهد و کاربر می‌تواند در شرایط مختلف با توجه به نوع نمایش واقعیت افزوده تصمیمات متفاوتی اخذ نماید. درحالی‌که در سیستم‌های واقعیت افزوده، اطلاعات به‌صورت یکنواخت ارائه می‌شود و اطلاعات نمایشی نمی‌تواند در نحوه‌ی تصمیم‌گیری کاربر کمک قابل‌توجهی کند.

۷- نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق بررسی مفاهیم بافت‌آگاهی و واقعیت‌افزوده و ترکیب این دو مفهوم بود؛ و همچنین نحوه‌ی ارائه‌ی بافت‌آگاه واقعیت افزوده و بررسی مؤلفه‌های مورداستفاده در ترکیب آن‌ها است. بدین منظور جهت نمایش اطلاعات مکانی، مطالعه موردی آسیب‌پذیری زمین‌لرزه مربوط به مجتمع تجاری دنیای نور واقع در تهران می‌باشد. جهت ایجاد یک سیستم برچسب‌گذاری مکانی مبتنی بر واقعیت افزوده نیاز به چارچوبی با قابلیت بافت آگاهی می‌باشد به‌نحوی‌که موقعیت و سو کاربر در هر مکان و در هرلحظه قابل بازیابی باشد. استفاده از بافت‌آگاهی در سرویس‌های واقعیت‌افزوده باعث بهینه کردن اطلاعات و برطرف کردن منگاره حرکت کاربر با توجه به تغییر بافت است. ترکیب واقعیت‌افزوده با بافت‌آگاهی باعث درک بیشتر کاربر و همچنین تصمیم‌گیری در شرایط مختلف با توجه به تغییر بافت‌هامی‌باشد. نتایج حاصل از ارزیابی سیستم ترکیبی واقعیت افزوده با بافت‌آگاهی در مقایسه با سیستم واقعیت‌افزوده به تنهایی، نشان می‌دهد که پویایی سیستم ترکیبی بیشتر است و همواره اطلاعات مختلفی با توجه به تغییر بافت‌ها به کاربر ارائه می‌نماید. درحالی‌که در سیستم واقعیت‌افزوده اطلاعات به‌صورت یکنواخت بوده و تغییری نمی‌کند. با استفاده از بافت‌آگاهی کاربر می‌تواند تحت شرایط مختلف تصمیمات مختلفی را اتخاذ کند. با استفاده از بافت‌آگاهی، اطلاعات می‌توان از بافت‌های دیگری مانند دوران، سرعت، شتاب در نظر گرفت و همچنین برای درک بهتر کاربر از نمایش واقعیت افزوده می‌توان از اشکال گرافیکی خاصی استفاده نمود. در تحقیق حاضر فقط از سه بافت فاصله، جهت و زمان جهت ارائه‌ی بافت‌آگاه اطلاعات استفاده گردید، به‌منظور کارایی بهتر سیستم پیشنهادی و برنامه کاربردی می‌توان از بافت‌های دیگر مانند سرعت یا شتاب و یا دیگر بافت‌های مؤثر در نمایش آسیب‌پذیری زمین‌لغزش استفاده کرد. در این تحقیق از چارچوب‌های واقعیت افزوده استفاده نشده است، جهت راحتی کار و فرآیند ردیابی دقیق‌تر در واقعیت افزوده می‌توان از چارچوب‌های مختلف واقعیت‌افزوده بهره گرفت. برنامه طراحی‌شده فقط در محیط‌های باز قابل‌اجرا است، لذا می‌توان به‌منظور تکمیل برنامه کاربردی از روش‌های تعیین موقعیت در فضای بسته نیز استفاده کرد که برنامه کاربردی در هر دو محیط باز و بسته قابلیت اجرا داشته باشد. به‌منظور تعیین دقیق حسگرهای تلفن همراه مانند شتاب سنج، می‌توان از تلفن‌های همراه با دقت حسگرهای بالاتر استفاده کرد.

منابع و مآخذ

1- Abowd, G. D., Dey, A. K., Brown, P. J., Davies, N., Smith, M., &Steggles, P. (1999). Towards a better understanding of context and context-awareness. Paper presented at the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing.

2-Alegre, U., Augusto, J. C., & Clark, T. (2016). Engineering context-aware systems and applications: a survey. Journal of Systems and Software, 117, 55-83.

3- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., &MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. IEEE computer graphics and applications, 21(6), 34-47.

4-Brown, P. J., Bovey, J. D., & Chen, X. (1997). Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace. IEEE personal communications, 4(5), 58-64.

5- Buchholz, T. (2002). Context-awareservices for umts-networks. Summer School on Ubiquitous and Pervasive Computing.

6-Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., &Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341-377.

7- Chen, G., &Kotz, D. (2000). A survey of context-aware mobile computing research.

8- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., &Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. Computers & Education, 68, 586-596.

9-Hong, S.-K. (2008). Ubiquitous Geographic Information (UBGI) and address standards.

10- Kwon, O., Yoo, K., &Suh, E. (2005). UbiDSS: a proactive intelligent decision support system as an expert system deploying ubiquitous computing technologies. Expert Systems with Applications, 28(1), 149-161.

11-Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., &Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum, presented at Telemanipulator and Telepresence Technologies.. SPIE. IEEE NCC., Boston, MA, USA.

12-Milgram, P., &Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.

13-Mulloni, A. (2007). A collaborative and location-aware application based on augmented reality for mobile devices. Unpublished master's thesis). University of Udine.

14-Nivala, A.-M., &Sarjakoski, L. T. (2003). Need for Context-Aware Topographic Maps in Mobile Devices. Paper presented at the ScanGIS.

15- Pascoe, J. (1998). Adding generic contextual capabilities to wearable computers. Paper presented at the Wearable Computers, 1998. Digest of Papers. Second International Symposium on.

16- Reitmayr, G., &Schmalstieg, D. (2003). Location based applications for mobile augmented reality. Paper presented at the Proceedings of the Fourth Australasian user interface conference on User interfaces 2003-Volume 18.

17-Reitmayr, G., & Drummond, T. (2006). Going out: robust model-based tracking for outdoor augmented reality. Paper presented at the Proceedings of the 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality.

18- Saeedi, S. (2013). Context-Aware Personal Navigation Services Using Multi-level Sensor Fusion Algorithms. PhD, University of Calgary.

19- Schilit, B., Adams, N., & Want, R. (1994). Context-aware computing applications. Paper presented at the Mobile Computing Systems and Applications, 1994. WMCSA 1994. First Workshop on.

20-Shahabi, H., Hashim, M., & Ahmad, B. B. (2015). Remote sensing and GIS-based landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, and fuzzy logic methods at the central Zab basin, Iran. Environmental earth sciences, 73(12), 8647-8668.

21- Schilit, B. N., &Theimer, M. M. (1994). Disseminating active map information to mobile hosts. IEEE network, 8(5), 22-32.

22-Uijtdewilligen, F. (2010). A framework for context-aware applications using augmented reality: A train station navigation proof-of-concept on Google Android. Faculty of EEMCS, University of Twente.

23- Van Krevelen, D., &Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. International Journal of Virtual Reality, 9(2), 1.

24- Zhu, J., Ong, S., & Nee, A. (2013). An authorable context-aware augmented reality system to assist the maintenance technicians. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 66(9-12), 1699-1714.