نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم، شماره ۳، بهمن ماه ۱۳۹۴

بهبود برچسب‌گذاری مکانی در محیط‌های فراگستر مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده

بهمن جمالی[*1]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[2]

[1] کارشناس‌ارشد سیستم‌های اطلاعات مکانی- دانشکده مهندسی نقشه‌برداری- دانشگاه صنعتی‌خواجه نصیرالدین طوسی
bahman.j88@email.com

[2] استادیار گروه سیستم‌های اطلاعات مکانی - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی‌خواجه نصیرالدین طوسی- (قطب علمی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی)
a.sadeghi@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت اسفند ۱۳۹۳، تاریخ تصویب آذر ۱۳۹۴)

چکیده

در سال‌های اخیر توانمندی‌های تلفن‌های همراه هوشمند در ابعاد مختلف سخت‌افزاری و نرم‌افزاری رشد قابل‌توجه‌ای داشته است. این توانمندی‌ها در کنار بارزترین ویژگی یک تلفن همراه یعنی در همه جا حاضری[1]، سبب استفاده روزافزون آن‌ها در سیستم‌های فراگستر[2] شده است. امروزه سیستم‌های فراگستر موجبات تحول در مؤلفه‌های اساسی سیستم‌های اطلاعات مکانی را فراهم کرده‌اند، یکی از ملموس‌ترین این جنبه‌ها، بصری سازی و نمایش داده می‌باشد. از جمله روش‌های بازیابی اطلاعات از محیط پیرامون در رایانش فراگستر مفهوم برچسب‌گذاری مکانی[3] می‌باشد و به علت ماهیت مکانی اکثر داده‌ها ارتباط تنگاتنگی با سیستم‌های اطلاعات مکانی دارد. پیش از این نصب برچسب‌های فیزیکی نظیر QR code یا برچسب‌های RFID بر روی اشیاء و عوارض، جهت اخذ اطلاعات از آنها مورد استفاده قرار گرفته است. این برچسب‌ها محدودیت‌های خاصی نظیر نیاز به برچسب فیزیکی و محدودیت فاصله را دارند. در پژوهش حاضر با استفاده از رابط‌های گرافیکی نوین نظیر فناوری واقعیت افزوده[4]، رویکرد بهبودیافته‌ای از برچسب‌گذاری مکانی حاصل شده است که می‌تواند در بسیاری از زمینه‌های کاربردی نظیر زیرساخت یک شهر هوشمند به کار گرفته شود. از این رو مؤلفه‌های اصلی سیستم پیشنهادی و پلت-فرم تلفن‌همراه هوشمند جهت ایجاد یک محیط فراگستر تشریح شده و چارچوبی جهت بصری سازی برچسب‌های مکانی مبتنی بر فناوری واقعیت افزوده ارائه شده است. برای پیاده‌سازی سیستم پیشنهادی میدان هفت‌تیر شهر تهران به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده و برنامه کاربردی موردنظر در سیستم‌عامل اندروید طراحی و اجرا شده است. نتایج حاصل از برنامه کاربردی، نشانگر انطباق برچسب های مکانی بر روی اشیاء و ساختمان های متناظر و کارآمدی فناوری واقعیت افزوده در بصری سازی و نمایش داده‌ها در محیط دارد. همچنین با توجه به دقت حاصل از حسگرهای IMU و GPS در برنامه کاربردی پیاده‌سازی شده، روی هم نهادن برچسب‌های مجازی و اشیاء متناظر دنیای واقعی در محدوده‌ی موردنظر محقق شده است. این مساله بیانگر آن است که به کارگیری حسگرهای تلفن همراه هوشمند در پیاده سازی سیستم های واقعیت افزوده‌ی مکان مبنا در یک محیط شهری، دقت های مورد نیاز را به خوبی برآورد می کند.

واژگان کلیدی: رایانش فراگستر، بصری‌سازی، تلفن‌همراه هوشمند، برچسب‌گذاری مکانی، واقعیت افزوده

---

[*] نویسنده رابط

[1] Ubiquity
[2] Ubiquitous
[3] Geo-Labeling
[4] Augmented Reality

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

ظهور رایانش فراگستر[۱] در تمام بخش‌های فناوری اطلاعات از جمله سیستم‌های اطلاعات مکانی تحولات گسترده‌ای را به وجود آورده است. مارک وایزر (پدر رایانش فراگستر) در سال ۱۹۹۳ روندی را تحت عنوان فراگستر پیشنهاد کرد که در آن کاربر به جای تعامل با یک رایانه در یک زمان، بتواند با مجموعه‌ای از رایانه‌های کوچک و نامرئی قرارگرفته در محیط پیرامون خود، در هر زمان و در هر مکان تعامل داشته باشد [۱]. رایانش آرام[۲] مارک وایزر امروزه ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها را در نوردیده است و حسگرهایی که قرار بود در تمام محیط کاشت[۳] شوند، اینک حتی در بدن انسان‌ها نیز قرار گرفته‌اند. رایانش فراگستر در سه بخش موجب تحول سیستم‌های اطلاعات مکانی شده است، در بخش پلت‌فرم از سیستم‌های رومیزی به سیستم‌های فراگیر، در بخش داده از داده‌های دو بعدی به داده‌های سه‌بعدی و قابل‌دسترس در محیط‌های واقعی و آنی و در بخش کاربرد از روند عمومی به روندهای بافت آگاه [۲]. یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه محققان، مسئله بصری سازی داده‌ها است. بصری سازی در یک تعریف ساده، " هر تکنیکی که منجر به ایجاد تصویر، دیاگرام یا پویانمایی جهت انتقال یک پیام شود" [۳] شناخته می‌شود. بصری سازی یکی از مهم‌ترین ابزارها جهت اکتشاف محیط پیرامون کاربر و شناخت صحیح از آن می‌باشد.

تکنیک‌های بصری سازی داده‌ها نیز، با ظهور مفاهیم رایانش فراگستر تحولات چشمگیری داشته‌اند. در نسل حاضر تمرکز بر بهبود بصری سازی داده‌های مکانی با تاکید بر دسترس‌پذیری در همه جا و به صورت آنی می‌باشد. در روش‌های بصری سازی معمول، عموماً تمام دنیای واقعی مدل‌سازی می‌شود، که منجر به ایجاد مدل‌های مجازی از محیط می‌گردد. نقشه‌های دو بعدی رقومی، مدل‌های سه بعدی طراحی‌شده، همه نمونه‌هایی از واقعیت مجازی[۴] هستند [۴]، که برای درک بهتر کاربر، نیاز به داده‌های توصیفی و کارتوگرافی گسترده‌ای دارند. در روش‌های نوین بصری‌سازی، به کاهش حجم فضای مدل‌سازی شده، توجه می‌شود. در واقع به جای مدل‌سازی تمام محیط، تنها بخش‌هایی از محیط که متناسب با نیاز کاربر می‌باشند، مدل‌سازی و نمایش داده می‌شود [۵]. فناوری واقعیت افزوده یکی از این روش‌های کارامد به حساب می‌آید. در فناوری واقعیت افزوده، اطلاعات و مدل‌های مجازی ساخته شده توسط رایانه، به دنیای واقعی کاربر اضافه شده و کاربر در محیطی ترکیب شده از واقعیت و مجاز قرار می‌گیرد. در واقع به جای مدل‌سازی تمام دنیای واقعی، تنها بخش‌های مورد نیاز کاربر مدل‌سازی شده و به محیط واقعی اضافه می‌شوند.

از سوی دیگر برچسب‌گذاری مکانی به عنوان یکی از روش‌های رایج بصری‌سازی در رایانش فراگستر شناخته می‌شود. فرایندی که در آن به جای یک پایگاه داده مرکزی، هر رکورد اطلاعاتی بر روی خود شیء در محیط قرار گرفته و بازیابی اطلاعات مربوط به آن را در هر مکان و زمان محقق می‌سازد [۶]. در گذشته این رکورد اطلاعاتی معمولاً یک برچسب[۵] فیزیکی نظیر یک QR code بود که بر روی هر شیء قرار می‌گرفت و بازیابی اطلاعات مربوط به آن را ممکن می‌ساخت، بارکدهای دوبعدی و برچسب‌های RFID نیز نمونه هایی از این دست می باشند. با ظهور تلفن های همراه هوشمند و تعبیه شدن حسگرهایی چون GPS، IMU و قطب‌نما در آنها امکان استفاده از مولفه‌ی مکانی به عنوان برچسب بیش از پیش مطرح گردید. بر همین مبنا برنامه‌های کاربردی مختلفی توسعه داده شد. از شاخص ترین این برنامه ها می توان به برنامه کاربردی iPointer [۷] اشاره کرد که کاربر با نشانه روی تلفن همراه خود به سمت منازل و ساختمان‌ها، اطلاعاتی پیرامون آنها نظیر قیمت خانه، سال ساخت و سایر موارد را در تلفن همراه خود مشاهده می‌کند. اما امروزه استفاده از فناوری واقعیت افزوده مشاهده اطلاعات مربوط به اشیاء و عوارض را، بر روی خود آن‌ها و به صورت برچسب‌های اضافه شده به دنیای واقعی امکان‌پذیر می‌سازد. در واقع به جای مشاهده اطلاعات در تلفن همراه، می توان همان اطلاعات را بر روی ساختمان ها و عوارض در دنیای واقعی مشاهده کرد. همچنین در این حالت، از طریق حسگرهای تعبیه شده در تلفن همراه امکان تعامل کاربر با اشیاء و عوارض محیط پیرامون فراهم

---

۱ Ubiquitous Computing
۲ Calm Computing
۳ Embodied
۴ Virtual Reality
۵ Tag

Archive of SID

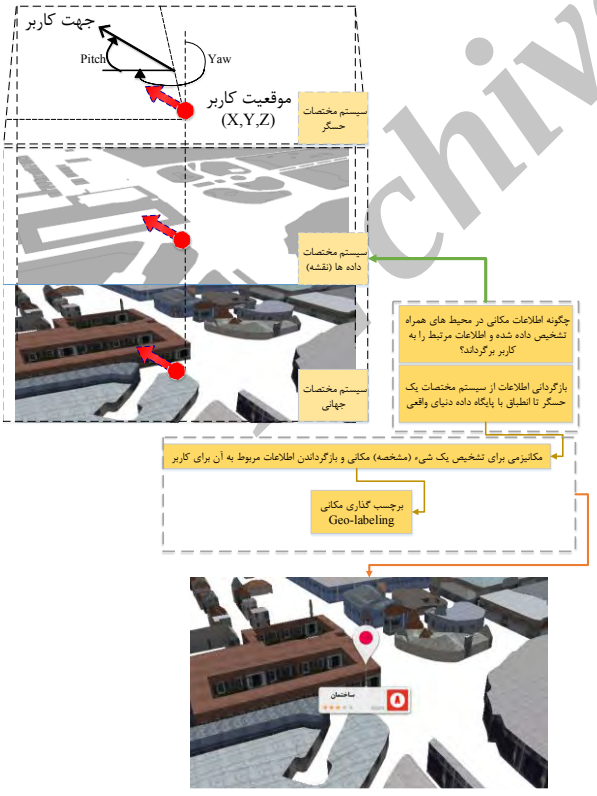
www.SID.ir

می‌شود. در پژوهش حاضر پلت‌فرم تلفن همراه با توجه به ویژگی‌هایی چون قابلیت منحصربه‌فرد در همه جا حاضری[۱] ، وجود حسگرهایی نظیر GPS، IMU، قطب‌نما، دوربین و همچنین قابلیت‌های ارتباطی نظیر WiFi جهت پیاده‌سازی سیستم پیشنهادی انتخاب شده است. از دیگر چالش‌های موجود که در پژوهش حاضر به آن پرداخته می‌شود، تعداد بیش از حد برچسب‌های مکانی واقعیت افزوده در صفحه نمایش کوچک تلفن همراه است که سبب آشفتگی بصری برای کاربر می‌شود [۸]. برخی آنالیزهای مکانی می‌تواند سبب بهبود بصری‌سازی برچسب‌ها در جهت اهداف یک سیستم فراگستر شود. پژوهش حاضر در شش بخش به بررسی روند برچسب گذاری مکانی با استفاده از فناوری واقعیت افزوده پرداخته است، در بخش های ۲ و ۳ به بررسی مفاهیم برچسب گذاری مکانی و مولفه های اصلی یک سیستم فراگستر مبتنی بر واقعیت افزوده پرداخته شده است. سپس در بخش چهارم پیاده سازی سیستم پیشنهادی تشریح شده و در ادامه نتایج حاصل از برنامه در قالب تصاویر نمایش داده شده است. در انتها نیز روندی برای ارزیابی برنامه کاربردی موردنظر به تفصیل مورد بحث قرار گرفته است.

۲- برچسب‌گذاری مکانی

یکی از سرویس‌های قابل ارائه به کاربر مبتنی بر بافت او (مکان و جهت کاربر)، ارائه اطلاعات پیرامون شیء یا عارضه‌ای ست که توسط او مشاهده می‌شود. در واقع مکانیزمی که برای تشخیص یک شیء یا مشخصه مکانی و بازگرداندن اطلاعات مربوط به آن، به کار گرفته می‌شود، برچسب‌گذاری مکانی نامیده می‌شود[۹]. فرایند برچسب‌گذاری مکانی از نقطه شروع که ارسال درخواست کاربر می‌باشد تا نقطه پایانی که دریافت اطلاعات و بصری سازی آن‌ها در سکوی مورد درخواست کاربر هست، در شکل۱ به اختصار نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود، کاربر در دنیای واقعی با استفاده از ابزاری که در اختیار دارد (مانند تلفن همراه)، به سمت عوارض موجود نشانه روی می‌کند. در گام نخست با به‌کارگیری حسگرهای GPS، قطب‌نما و IMU ابتدا موقعیت مکانی کاربر و جهت نشانه روی او در سیستم مختصات حسگرها، مشخص می‌شود. در گام بعدی اطلاعات دریافتی وارد پایگاه داده مکانی محیط مورد نظر شده و در نهایت به سیستم مختصات جهانی تبدیل می‌شود. در این حالت مختصات عارضه مورد نشانه روی تعیین می‌شود. البته پیاده‌سازی یک سیستم برچسب‌گذاری مکانی می‌تواند به دو صورت فیزیکی نظیر استفاده از برچسب‌های RFID و بارکدهای دوبعدی و یا به صورت مجازی باشد.

در مرحله بصری سازی، مشخصات مکانی و یا بصری عارضه مورد نظر به فیلد مربوطه در پایگاه داده متصل شده و محتوای اطلاعاتی مربوط به آن نظیر عکس، نام عارضه، فیلم و سایر اطلاعات مبتنی بر نیاز کاربر بازیابی شده و به کاربر نمایش داده می‌شود. فرایند برچسب‌گذاری مکانی مجازی در سیستم‌های فراگستر می‌تواند مبتنی بر رابط گرافیکی واقعیت افزوده باشد. در واقع درحالی‌که کاربر همه اشیاء و عوارض را از داخل دوربین تلفن همراه خود مشاهده می‌کند، اطلاعات مربوط به آن عارضه به صورت برچسب‌های مجازی بر روی آن اضافه‌شده و مورد استفاده کاربر قرار می‌گیرد.



شکل۱- فرایند برچسب‌گذاری مکانی (Geo-labeling)

[۱] Ubiquity

Archive of SID

www.SID.ir

۳- سیستم واقعیت افزوده

واقعیت افزوده در واقع واسطی ست که اطلاعات را به دنیای واقعی اضافه می‌کند[۵]. راه‌های متنوعی جهت افزودن، تغییر و ویرایش اطلاعات به دنیای واقعی وجود دارد. در برخی از منابع تعریف گسترده‌تری از واقعیت افزوده ذکر شده است، از جمله اینکه هر شی مجازی می‌تواند به عنوان واقعیت افزوده در نظر گرفته شود. طیف گسترده‌ای که از سیستم‌های نقشه‌برداری GPS و سیستم‌های مرتبط با بارکدها، تا نرم‌افزارهای تلفن همراه که متنی را بر روی صحنه واقعی نمایش می‌دهند، شامل می‌شود.

Azuma در مقاله خود تحت عنوان "مروری بر واقعیت افزوده" در سال ۱۹۹۷ سه ویژگی اصلی را برای یک سیستم واقعیت افزوده تعریف می‌کند [۵]:

۱- ترکیب دنیای واقعی و مجازی

۲- تعامل پذیری در دنیای واقعی

۳- ثبت و نشان دادن در سه بعد

یک سیستم واقعیت افزوده با یک محیط مجازی یا واقعیت مجازی متفاوت است. مطابق با فناوری واقعیت مجازی، کاربر در داخل یک محیط کاملاً مصنوعی قرار می‌گیرد، به گونه‌ای که نمی‌تواند دنیای واقعی پیرامون خود را مشاهده کند. درحالی‌که واقعیت افزوده امکان دیدن دنیای واقعی را برای کاربران فراهم می‌کند، محیطی که اشیای مجازی بر روی واقعیت یا در ترکیب با آن قرار گرفته‌اند. در واقع واقعیت افزوده به پشتیبانی واقعیت می‌پردازد بدون آنکه آن را به طور کامل مدل‌سازی کند.

ویژگی‌های اصلی یک سیستم واقعیت افزوده عبارت‌اند از [۴]:

- یک دنیای فیزیکی غنی‌شده که اطلاعات دیجیتال بر روی آن اضافه‌شده‌اند.
- اطلاعات در تماس با دنیای فیزیکی نمایش داده می‌شوند.
- اطلاعات در حالت وابسته به مکان دنیای واقعی و دید پرسپکتیو شخص در دنیای فیزیکی نمایش داده می‌شوند.

تجربیات واقعیت افزوده به صورت تعامل پذیر هستند. یک شخص می‌تواند اطلاعات را حس کند و یا تغییرات مطلوب خود را روی آن‌ها ایجاد کند. سطح تعاملی می‌تواند از تغییرات ساده در دید پرسپکتیو (دیدن از زاویه دید متفاوت) تا ویرایش و حتی ایجاد داده‌های جدید متغیر باشد.

همان طور که اشاره شد، نکته کلیدی در واقعیت افزوده، قرارگیری اطلاعات دیجیتال روی دنیای واقعی می‌باشد. این اطلاعات دیجیتال می‌تواند توسط رایانه‌ها شبیه‌سازی شده باشد یا یک کپی از اطلاعات دنیای واقعی باشد که به صورت دیجیتال نمایش داده می‌شود. این اطلاعات می‌تواند شامل اطلاعات بصری، صوتی، اطلاعاتی مرتبط با حواسی چون چشیدن، مزه کردن و لمس کردن باشد. همچنین اطلاعات می‌تواند به صورت استاتیک یا دینامیک دریافت شوند. باید توجه داشت که در واقعیت افزوده کاربر درست مانند شرایط طبیعی، می‌تواند دنیای واقعی را ببیند، بچشد و لمس کند و تنها اطلاعات دیجیتال به دنیای فیزیکی اطراف اضافه‌شده یا بر آن منطبق شده‌اند.

۳-۱- تفاوت واقعیت مجازی و واقعیت افزوده

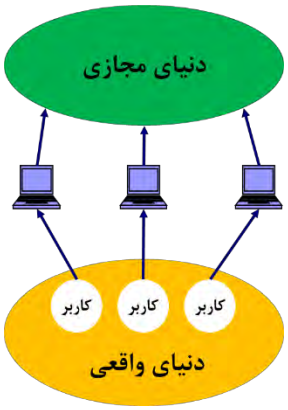
روند مدل‌سازی کامل از یک محیط واقعی منجر به ایجاد یک مدل مجازی کامل می‌شود که در آن همه اشیاء و عوارض توسط رایانه مدل‌سازی شده است. در فناوری‌های واقعیت آمیخته که در واقع حد فاصل بین دنیای واقعی و دنیای مجازی هستند، دو فناوری مجاز افزوده‌شده و واقعیت افزوده قرار دارند. در فناوری مجاز افزوده‌شده، المان‌هایی از دنیای واقعی به مدل مجازی ایجادشده اضافه می‌شوند (شکل ۲).

شکل ۲ - انواع فناوری در واقعیت آمیخته [۵]

در فناوری‌های مرتبط با واقعیت مجازی ، تمام دنیای واقعی توسط رایانه‌ها، مدل‌سازی می‌شود و کاربران برای تعامل با آن، در دنیایی مدل‌سازی شده قرار می‌گیرند (شکل ۳).

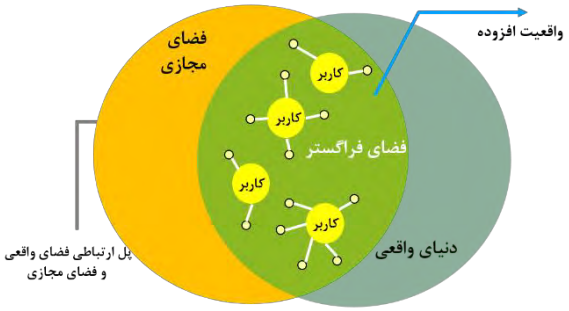
Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳ - یک سیستم واقعیت مجازی و عدم هم پوشانی بین دو فضای واقعی و مجازی [۶]

اما در فضای فراگستر، در روندی معکوس، رایانه‌ها در دنیای واقعی کاربران قرارگرفته و از طریق واسطهای کاربری مناسب قادر به تعامل با محیط می‌باشند. اشاره شد که رایانش فراگستر رایانش سبز نیز نامیده می‌شود [۱۰]، چرا که منجر به استفاده بهینه از منابع مختلف انرژی می‌شود. در واقع به جای اتلاف زمان و هزینه برای مدل‌سازی مجازی تمام محیط، تنها بخشی از محیط که مورد نیاز کاربر است مدل‌سازی شده و کاربران قرارگرفته در دنیای واقعی را قادر به تعامل با فضای مجازی می‌نماید. یک محیط فراگستر در محدوده مشترک بین دنیای واقعی و دنیایی مجازی قرار گرفته است [۱۱]، همان طور که در شکل۴ نشان داده شده است، عامل کلیدی در این ارتباط حسگرها هستند، که باید از آن‌ها به عنوان رایانه‌های بسیار کوچک یاد شود. در رایانش فراگستر برای ایجاد ارتباط یکپارچه بین دو محیط مجازی و محیط دنیای واقعی از حسگرها استفاده می‌شود، حسگرهای مکانی نظیر GPS، حسگرهای قطب‌نما، حسگرهای IMU نظیر شتاب سنج، ژیروسکوپ، حسگرهای مبتنی بر دید نظیر دوربین، حسگرهای صوتی نظیر Ultrasonic و UWB و طیف گسترده‌ای از انواع حسگرها. حسگرها به گونه‌ای در محیط کاشت شده‌اند و یا در ابزارهایی چون تلفن همراه به کار گرفته شده‌اند که از دید کاربر مخفی هستند اما عامل اصلی در ارتباط کاربر با محیط واقعیت افزوده ایجادشده هستند و کاربر از طریق آن‌ها با محیط تعامل دارد.



شکل۴ - یک فضای فراگستر، رابط کاربری واقعیت افزوده و جایگاه حسگرها در آن [۵]

۳-۲- مولفه‌های اصلی سیستم واقعیت افزوده پیشنهادی

مؤلفه‌های اصلی سیستم واقعیت افزوده پیشنهادی به چند بخش تقسیم می‌شوند: دوربین ویدئویی (نمایشگر)، روش ردیابی، برچسب‌های مکانی.

۳-۲-۱- دوربین ویدیویی

دوربین ویدیویی در واقع صفحه نمایشی ست که کاربر از طریق آن دنیای واقعی پیرامون خود را مشاهده می‌کند و در عین حال می‌تواند مدل‌های مجازی واقعیت افزوده را در ترکیب با دنیای واقعی مشاهده نماید. دوربین ویدیویی می‌تواند صفحه نمایش موجود در پلت‌فرم نمایشگرهای سربند[۱] یا صفحه نمایش یک تلفن همراه باشد [۱۲]. در پژوهش حاضر با توجه به برخی ویژگی‌های صفحه نمایش تلفن‌های همراه نظیر تراکم پیکسلی بالا به لحاظ سخت‌افزاری و قابلیت نمایش محتوای مجازی دوبعدی و سه بعدی به لحاظ نرم‌افزاری، این پلت‌فرم جهت طراحی و توسعه سیستم پیشنهادی انتخاب شده است.

۳-۲-۲- روش ردیابی

انواع مختلف سیستم‌های واقعیت افزوده بر روش‌های اندازه‌گیری موقعیت اشیاء در محیط (ردیابی) قابل طبقه‌بندی می‌باشند. بخش ردیابی مهم‌ترین بخش از یک سیستم واقعیت افزوده می‌باشد. روش‌های ردیابی مبتنی بر حسگرها، نظیر حسگرهای IMU و قطب‌نما روش‌های سریع و کارامدی می‌باشند، اگر چه دقت این روش‌ها پایین‌تر از

۱ Head Mounted Display (HMD)

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های مبتنی بر دید است [۱۳] اما در موقعیت‌های مختلف زمانی نظیر شب و روز و همچنین در فواصل مختلف کارآمدی قابل‌توجه‌ای دارند. برای تعیین مختصات مکانی می‌توان از دو روش حسگرهای Ultrasonic و یا حسگرهای GPS استفاده کرد. حسگرهای قطب‌نما و IMU نیز که مجموعاً ۹ درجه آزادی ایجاد می‌کنند [۱۴]، برای تخمین موقعیت زاویه‌ای کاربر (جهت کاربر) به کار گرفته می‌شوند. در سیستم‌های مبتنی بر حسگرها، می‌توان از روش‌های ترکیب داده‌های خام حاصل، استفاده کرد و دقت آن‌ها را تا حد مطلوبی ارتقا داد. در پژوهش حاضر با توجه به پلت‌فرم انتخابی، حسگرهای الکترومکانیکال تلفن همراه یعنی GPS، حسگر قطب‌نما و حسگرهای IMU به کار گرفته شده‌اند. در شکل۵ نمایی از حسگرهای مورد استفاده در سیستم پیشنهادی مشاهده می شود، حسگرهای GPS، ژیروسکوپ، شتاب‌سنج و قطب‌نما در واقع عامل ارتباط کاربر با محیط پیرامون و ابزار اخذ اطلاعات از اشیاء و عوارض پیرامون محسوب می‌شوند.

شکل۵ – یک تلفن همراه هوشمند و حسگرهای به کار رفته در آن

۳-۲-۳- برچسب‌های مکانی

نمایش محتوای مربوط به هر شیء نیازمند قرارگیری یک برچسب فیزیکی نظیر QR code یا یک برچسب RFID بر روی عارضه مورد نظر می باشد. در برچسب گذاری مکانی مجازی، یک رکورد اطلاعاتی حاوی مختصات مکانی عارضه موردنظر می تواند عامل فراخوانی اطلاعات مرتبط با آن باشد. در بعضی از شهرهای بزرگ این اطلاعات تحت عنوان لایه اطلاعاتی POI ذخیره و سازماندهی می‌شود. POI به معنی اماکن یا نقاط مورد توجه است و در کاربردهای شهری و از دید مدیریت شهری به اطلاعات و محل اماکن مهم و پرکاربرد مانند اماکن عمومی و خدماتی و غیره اطلاق می‌شود. اطلاعات مرتبط با POI می تواند از طریق حسگرهای تلفن همراه بازیابی شود و در اختیار کاربر قرار گیرد [۱۵].

از طرفی تعداد نقاط POI که در یک محیط واقعیت افزوده نمایش داده می‌شود، بسیار بالاست، چراکه در جهت نشانه روی کاربر تعداد زیادی POI قرار گرفته است. در برخی از پژوهش‌ها از قابلیت تعیین فاصله برای نمایش تعداد POI استفاده می‌کنند که در عمل کارایی لازم را ندارد. برای کاهش تعداد POI و نمایش نقاط در معرض دید کاربر، می‌توان از آنالیز دید استفاده کرد. در این روش وقتی کاربر دریک محیط قرار می‌گیرد، بر اساس موقعیت مکانی کاربر در محیط پیرامون یک آنالیز دید انجام می‌گیرد و تنها نقاطی که در مقابل آن‌ها مانعی وجود ندارد انتخاب می‌شوند. آنالیز دید استفاده شده در محیط سه بعدی و مبتنی بر ارتفاع ساختمان‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر هر ساختمانی که در محدوده دید کاربر باشد، انتخاب می‌گردد. الگوریتم مورد استفاده، مبتنی بر خط دید کاربر می‌باشد [۱۶].

۴- پیاده‌سازی

برای پیاده‌سازی سیستم واقعیت افزوده پیشنهادی در محیط بیرون، میدان هفت‌تیر شهر تهران، انتخاب گردید. این میدان یکی از میدان‌های مهم شهر تهران است که در محدوده‌ی مرکز شهر جای گرفته است. مساحت این میدان نزدیک به ۳۳،۰۰۰ مترمربع می‌باشد. جهت پیاده‌سازی سیستم واقعیت افزوده، جمع‌آوری و مدل‌سازی داده‌ها و سپس طراحی برنامه کاربردی در چند مرحله انجام گرفت.برای آماده سازی پایگاه داده، اطلاعات مورد نیاز از میدان هفت‌تیر و کلیه عوارض موجود در میدان، با استفاده از تصاویر هوایی در محیط نرم‌افزار ArcGIS مدل‌سازی شد. در شکل۶ نقشه دوبعدی مدل‌سازی شده میدان هفت‌تیر به همراه عکس هوایی از محدوده مشاهده می‌شود. همچنین تصاویر مورد نظر برای ایجاد نقاط POI از بعضی ساختمان‌ها و برخی عوارض موجود در میدان تهیه و به رکورد مربوطه در پایگاه داده متصل گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

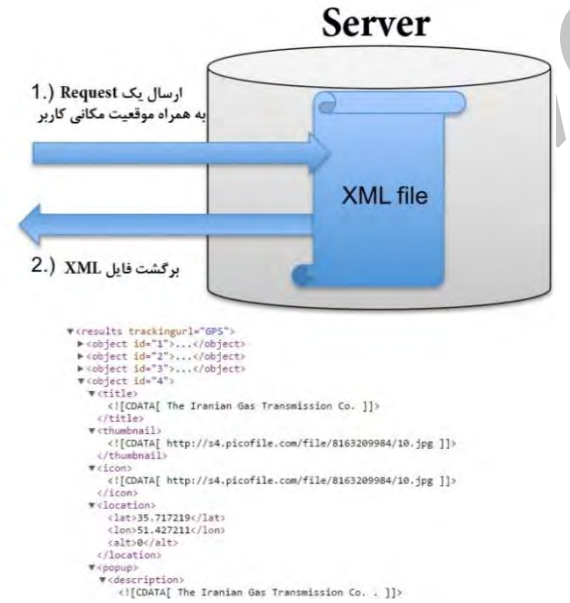
ب) الف)

شکل۶ - میدان هفت‌تیر تهران. الف) عکس هوایی از محدوده. ب) نقشه دوبعدی مدل‌سازی شده

در این مرحله و بعد از مشخص‌شده عوارض قابل رویت، نقاط POI برای هر یک عوارض ایجاد شد (شکل۷)، در واقع نقاط POI موجود نقاطی هستند که مانعی بین آن‌ها و کاربر وجود ندارد. باید توجه داشت با توجه به رویکرد مدنظر که تمام عوارض موجود در ناحیه محصور میدان هفت‌تیر برای کاربر قابل نمایش باشد، از موانعی چون درخت، پل عابر و سایر اسباب شهری صرف‌نظر شده است.

شکل۷ - نقاط POI در معرض دید کاربر در میدان هفت‌تیر

پیاده‌سازی برنامه کاربردی مورد نظر در سیستم‌عامل اندروید و بستر تلفن همراه Samsung Galaxy S4 انجام شده است. همان طور که در شکل۸ مشاهده می شود، اطلاعات موردنیاز در داخل فایل XML ذخیره‌شده و به علت حجم کم به راحتی از طریق شبکه اینترنت و از سرور طراحی شده قابل بازیابی هستند. هر عارضه با یک ID واحد شناخته شده و اطلاعات زیرمجموعه آن همگی در زیرشاخه‌های Object اصلی ذخیره شده‌اند. همچنین با توجه به بکارگیری آنالیز سه بعدی، تنها اشیای موجود در معرض دید کاربر، بازیابی خواهند شد.

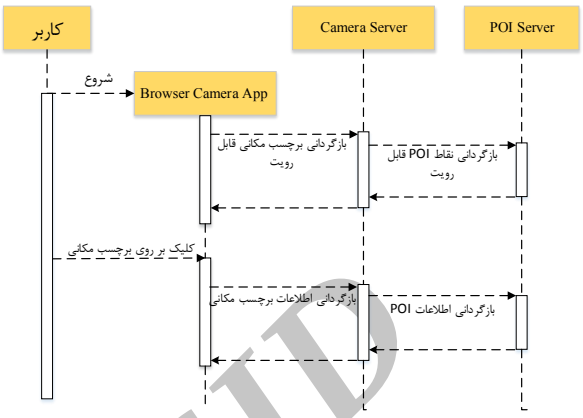


شکل۸ - عملکرد برنامه کاربردی و بازگردانی فایل XML حاوی نقاط POI

وقتی کاربر اقدام به بازکردن برنامه کاربردی می‌کند، حسگر GPS شروع به ثابت کردن موقعیت مکانی کاربر و ارسال مختصات به برنامه می‌کند. کاربر می‌تواند نام ناحیه‌ای که در آن قرار دارد (میدان هفت‌تیر) را تایپ کرده و بلافاصله نقاط مکانی POI منطقه مورد نظر که در معرض دید او قرار دارد به Camera Server بازگردانده می‌شود و به صورت برچسب مکانی قابل مشاهده است.

www.SID.ir

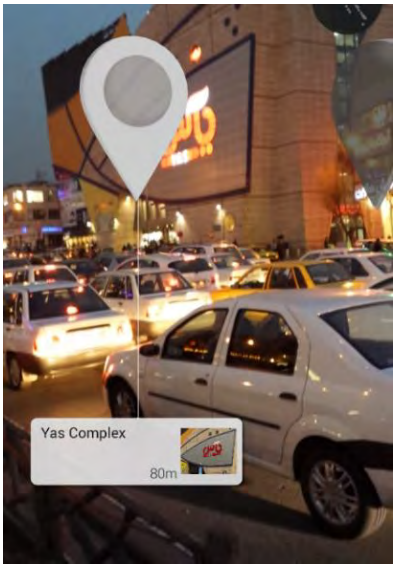
همچنین هنگامی که کاربر برروی یک برچسب کلیک می‌کند، بازهم اطلاعات از Server فراخوانی شده و در پنجره جدید، اطلاعاتی در مورد POI مورد نظر به او ارائه می‌شود. در شکل۹ نمایی از این فرایند در دیاگرام توالی عملکرد برنامه قابل مشاهده است.



شکل۹ - دیاگرام توالی عملکرد برنامه کاربردی

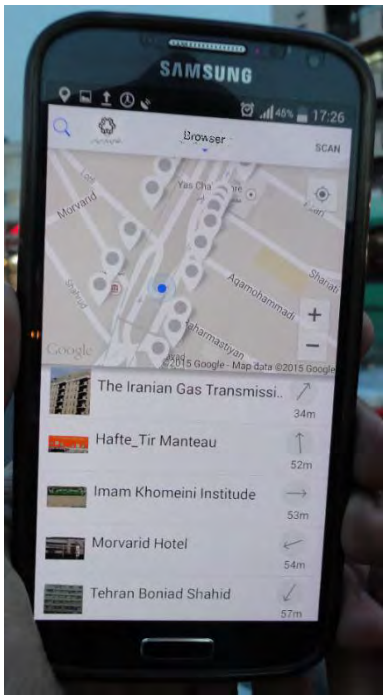
۵- نتایج برنامه کاربردی

نتایج حاصل از پیاده‌سازی محتوای مجازی مدنظر در محیط بیرون در شکل۱۰ قابل مشاهده است. همان طور که مشاهده می‌شود هر برچسب مکانی از یک Anchor تشکیل شده است که با خطی به محتوای نام و تصویر شیء مورد اشاره در پایین تصویر ختم شده است. علاوه بر نام عارضه، تصویری از آن نیز وجود دارد که برای درستی آزمایی برچسب مکانی به کار گرفته می‌شود. همچنین فاصله تا عارضه مورد نظر نیز نوشته شده است. کاربر با گردش تلفن همراه خود در محیط می‌تواند تمام عوارض اطراف خود نظیر ساختمان‌ها، خیابان‌های اصلی و ایستگاه‌های مترو و اتوبوس را مشاهده کند.



شکل۱۰ - نتایج برنامه کاربردی در تلفن همراه

همچنین کاربر می‌تواند با کلیک بر روی آیکون گوگل موقعیت مکانی خود و عوارض اطراف را در نقشه آنلاین گوگل مشاهده نماید. نقطه آبی رنگ موجود در شکل۱۱ بیانگر موقعیت مکانی کاربر نسبت به نقاط POI اطراف کاربر می باشد.



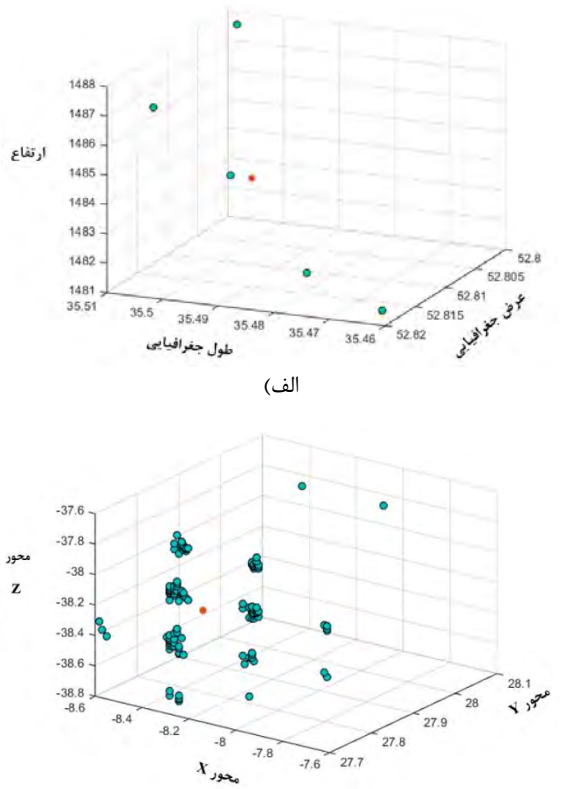
شکل۱۱ – موقعیت کاربر و نقاط POI بر روی نقشه گوگل

۶- ارزیابی

برای ارزیابی کارایی سیستم پیشنهادی به لحاظ کمی، حسگرهای مورد استفاده در برنامه کاربردی و دقت حاصل از آنها جهت نمایش نقاط POI مورد بررسی قرار گرفتند. دقت موقعیت حاصل از حسگر GPS به شرایطی چون موقعیت ماهواره‌های GPS نسبت به کاربر، شرایط آب و هوا، شرایط محیط اطراف کاربر و وجود عوارض مسدودکننده خط دید مستقیم بین کاربر و ماهواره‌های GPS بستگی دارد. همچنین حسگرهای قطب‌نما و IMU نیز به علت اندازه بسیار کوچک دارای ناپایداری هستند که مقادیر حاصل از آن‌ها را دارای نویز می‌کند. در ساده‌ترین حالت، هنگامی که کاربر در یک مکان ثابت ایستاده باشد، مشاهدات حسگر GPS و حسگر قطب‌نما برای مدت زمان ۵ دقیقه انجام گرفت، پراکندگی نتایج حاصل در شکل۱۲ قابل مشاهده است.

Archive of SID

www.SID.ir



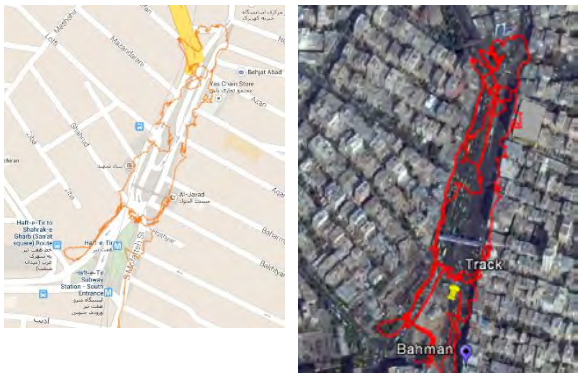
الف)

ب)

شکل۱۲ – مشاهدات حاصل از حسگرهای تلفن همراه. الف) پراکندگی مشاهده حسگر GPS مستقر در یک نقطه ثابت ب) عدم پایداری مشاهدات حسگر قطب‌نما در یک وضعیت ثابت

همان طور که مشاهده شد، تفاوت مقادیر مشاهدات با مقدار میانگین کل مشاهدات، محسوس می‌باشد. البته به دلیل نبود شرایط استاندارد و عدم وجود فایل Rinex امکان سرشکنی مشاهدات عملا امکان‌پذیر نیست اما دقت حاصل از خود حسگر GPS مقدار ۵ متر را نشان می‌دهد. برای حسگر قطب‌نما نیز در یک مکان و وضعیت ثابت و دور از منبع مغناطیسی، نتایج حاصل نشان از عدم پایداری حسگر و وجود نویز در مشاهدات می‌باشد. همچنین نتایج حاصل به خوبی با نتایج پژوهش‌های مشابه همخوانی دارد [۱۷].

برای ارزیابی دقت حسگرها در هنگام استفاده از سامانه، شرایطی برای آزمایش در دنیای واقعی تنظیم شد، به نحوی که کاربر با در دست داشتن تلفن همراه در مسیرهای پیاده رو شروع به حرکت کند. در شکل۱۳ مسیر طی شده مشاهده می‌شود، نرخ مقادیر برداشت‌شده در فاصله زمانی ۰٫۵ ثانیه می‌باشد. تا حد امکان سعی شد که مسیر حرکت در محدوده وسط پیاده رو باشد به نحوی که بتوان بعد از برداشت و واردکردن داده‌ها در محیط نرم‌افزار بتوان میزان خطا در محدوده‌های مختلف را مورد ارزیابی قرارداد. بیش‌ترین میزان خطا ۱۴٫۲ متر در محدوده غربی میدان هفت‌تیر بود، علت این میزان خطا را باید در محصور بودن پیاده رو با درختان و وجود عرض کم برای پیاده رو در کنار ساختمان‌های بلند دانست. کم‌ترین میزان خطا نیز به محدوده وسط میدان تعلق داشت (۴٫۶ متر)، این قسمت به دور از ساختمان‌های بلند و هرگونه مانعی جهت دید مستقیم می‌باشد.



شکل۱۳ - مسیر طی شده در منطقه مورد مطالعه برای ارزیابی دقت حسگر GPS

وجود عدم پایداری ذکر شده در حسگرهای قطب‌نما و IMU سبب ایجاد خطا در برآورد جهت کاربر می‌شود و برچسب مکانی مورد نظر گاها با فاصله‌ای از عارضه مربوطه قرار می‌گیرد. این فاصله می‌تواند باعث خطا در تشخیص عارضه مورد نظر شود (شکل۱۴)، همان طور که در بخش پیاده‌سازی اشاره شد، می‌توان با اضافه کردن یک تصویر از عارضه در قسمت توضیحات برچسب مکانی، باعث رفع ابهام کاربر شد.

شکل۱۴ - فاصله بین برچسب مکانی واقعیت افزوده و مرکز مکانی عارضه

Archive of SID

www.SID.ir

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

برنامه کاربردی توسعه داده‌شده در بستر تلفن همراه، نشانگر آن است که امروزه سیستم‌های فراگستر با ترک آزمایشگاه، نمودی عملی در زندگی انسان‌ها پیدا کرده‌اند و می‌توانند در انواع کاربردها نظیر بصری سازی برچسب‌های مکانی در یک محیط شهری به کار گرفته شوند. رایانش فراگستر، که از ساده‌ترین مفاهیم ممکن ارائه شده بود، امروزه منجر به پیاده‌سازی پیشرفته‌ترین سیستم‌ها شده است. ایده مارک مایزر مبنی بر شکستن پایگاه داده و پاشیده شدن آن در محیط و بالطبع آن دریافت اطلاعات از تمام اشیاء و عوارض موجود در محیط، امروزه با ظهور فناوری‌های نوین چون برچسب‌های RFID و نسل‌های مختلف ارتباطی چون WiFi و بلوتوث به منصه ظهور رسیده است. سیستم‌های واقعیت افزوده با ترکیب دنیای واقعی و مدل‌های مجازی شبیه‌سازی شده توسط رایانه‌ها، رویکرد جدیدی از بصری سازی داده‌ها در محیط را ایجاد کرده‌اند. رویکردی که منجر به تحول در فرایند بصری سازی داده‌ها شده است.

تلفن‌های همراه هوشمند، پتانسیل فراوانی جهت توسعه سیستم‌های فراگستر و رابط‌های گرافیکی واقعیت افزوده دارند. این ابزارهای همیشه در دسترس، می‌توانند مؤلفه بافت آگاهی سیستم‌های فراگستر را در تمام ابعاد، ممکن سازند. بافت داخلی کاربر شامل اطلاعات موقعیت مکانی و جهتی او و اطلاعاتی پیرامون علایق کاربر، همگی از طریق تلفن‌های همراه در دسترس برنامه‌نویسان و توسعه‌دهندگان سیستم‌های فراگستر می‌باشد. وجود انواع حسگرها نظیر GPS، قطب‌نما، IMU و حسگر دوربین سبب کارامدی بیش از پیش این ابزارها جهت ایجاد برنامه‌های کاربردی واقعیت افزوده شده است. در یک محیط بیرون اطلاعات مکانی کاربر و همچنین جهت او در دسترس بوده و برنامه‌نویسان می‌توانند جهت نگاه کاربر (از دریچه صفحه نمایش تلفن همراه) را به سمت اشیاء و عوارض مختلف مکانی، ردیابی کنند. چنین توانایی می‌تواند در فرایند برچسب‌گذاری مکانی مبتنی بر واقعیت افزوده به کار گرفته شود. نتایج حاصل از پیاده‌سازی برنامه نیز، نشان از کارامدی این سیستم ها دارد، به خصوص اگر با استفاده از آنالیزهای مکانی، برخی نواقص موجود نظیر زیاد بودن تعداد برچسب‌ها مرتفع شود.

سیستم توسعه داده‌شده، جهت اکتشاف محیط پیرامون کاربر طراحی و اجرا شد اما می‌تواند زیرساختی جهت توسعه برنامه‌های کاربردی مشابه در اهداف و کاربردهای مختلف شهری نظیر ناوبری، و دریافت انواع سرویس‌های مکانی باشد. به طور کلی بصری‌سازی حاصل از فناوری واقعیت افزوده به علت ملموس بودن و ترکیب دنیای واقعی و مجازی، نقش بسزایی در درک بهتر کاربر از محیط پیرامون خود دارد. همچنین مولفه‌هایی چون تعامل بیشتر کاربر با مدل‌های مجازی ایجادشده می‌تواند منجر به درک بالاتر و واقعی تر کاربران شود.

مراجع

[1] Chong, J., See, S., Seah, L.L.-H., Koh, S.L., Theng, Y.-L., Duh, H.B.L., (2008). Ubiquitous Computing History, Development, and Scenarios. Ubiquitous Computing: Design, Implementation and Usability.

[2] Schall, G., (2012). Mobile Augmented Reality for Human Scale Interaction with Geospatial Models: The Benefit for Industrial Applications. Springer Science & Business Media.

[3] Visualization, n.d, (Access time: 2014, October 13). Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Visualization_(computer_graphics)

[4] Craig, A.B., (2013), The Understanding of augmented reality: Concepts and Applications. Morgan Kaufmann, Waltham.

[5] Azuma, (1997), A Survey of Augmented Reality, Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, August 1997 (1997) [Online], Available: http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf. [2014-03-25]

[6] Krumm, J., (2010). Ubiquitous computing fundamentals. Chapman & Hall/CRC Press, Boca Raton, 1 online resource.

[7] The iPointer ID Engine. (n.d.). Retrieved February 21, 2015, from http://www.ipointer.com/

[8] Grubert, J., Langlotz, T., & Grasset, R. (2011). Augmented reality browser survey. Institute for Computer Graphics and Vision, University of Technology Graz, Technical Report.

Archive of SID

www.SID.ir

[9] Schall, G., 2013. Interactive geospatial models for augmented reality. In: Mobile Augmented Reality for Human Scale Interaction with Geospatial Models. Springer Fachmedien Wiesbaden, pp. 39–66.

[10] Römer, K., Schoch, T., Mattern, F., & Dübendorfer, T. (2004). Smart identification frameworks for ubiquitous computing applications. Wireless Networks, 10(6), 689-700.

[11] Liang, S., & Roast, C. (2014). Five Features for Modeling Augmented Reality. In HCI International 2014-Posters' Extended Abstracts (pp. 607-612). Springer International Publishing.

[12] Schmalstieg, D., & Wagner, D. (2007). Experiences with handheld augmented reality. In Mixed and Augmented Reality, 2007. ISMAR 2007. 6th IEEE and ACM International Symposium on (pp. 3-18). IEEE.

[13] Jamali, B., Sadeghi-Niaraki, A., & Arasteh, R. (2015). APPLICATION OF GEOSPATIAL ANALYSIS AND AUGMENTED REALITY VISUALIZATION IN INDOOR ADVERTISING, International Journal of Geography and Geology.

[14] Chou, T. L., & ChanLin, L. J. (2012). Augmented reality smartphone environment orientation application: a case study of the Fu-Jen University mobile campus touring system. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46, 410-416.

[15] Reynolds, V., Hausenblas, M., Polleres, A., Hauswirth, M., & Hegde, V. (2010). Exploiting linked open data for mobile augmented reality. In W3C Workshop: Augmented Reality on the Web (Vol. 1). June.

[16] Yang, P. P., Putra, S. Y., & Li, W. (2007). Viewsphere: a GIS-based 3D visibility analysis for urban design evaluation. ENVIRONMENT AND PLANNING B PLANNING AND DESIGN, 34(6), 971.

[17] Blum, J. R., Greencorn, D. G., & Cooperstock, J. R. (2013). Smartphone sensor reliability for augmented reality applications. In Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking, and Services (pp. 127-138). Springer Berlin Heidelberg.

Archive of SID

www.SID.ir