الگوریتم موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل برای آموزش‌های سیّار

محمدرضا اسدی نودولقی*
محمدرضا عباسی فرد**

چکیده

فراگیر شدن استفاده از دستگاه‌های موبایل هوشمند از یک‌سو و نیز بالا رفتن قابلیت‌های رایانشی و تکنیکی شامل سنسورهای حرکتی، سیستم موقعیت‌یابی جهانی و دوربین‌های قدرتمند از سوی دیگر، موجب شده تا سرویس‌های مکان محور محبوبیت ویژه‌ای کسب نمایند. یکی از کاربردی‌ترین این سرویس‌ها، سرویس‌های آموزشی مکان محور بوده که به موضوع داغی در حوزه‌ی آموزش‌های سیار در سال‌های اخیر بدل شده است. ازآنجاکه آموزش سیار می‌تواند در هر زمان و هر مکانی صورت پذیرد، مزایای بسیاری در گنجاندن اشیاء جهان واقعی درون محتواهای آموزشی وجود دارد. بدیهی است که تکنولوژی واقعیت افزوده دراین‌باره بسیار سودمند و کاربردی می‌باشد. از سوی دیگر مسئلهٔ تعیین موقعیت مطرح است که به‌طور صحیح و دقیق انجام گیرد تا اطلاعات مکانی و آموزشی با خطاء و اشتباه همراه نگردد. هدف از این پژوهش، ارائه‌ی الگوریتمی برای موقعیت‌یابی در آموزش‌های سیار مکان محور در فضای بیرونی می‌باشد که مبتنی بر واقعیت افزوده صورت می‌گیرد. لذا در این رابطه به روش کتابخانه‌ای به بررسی برخی از سیستم‌های موقعیت‌یابی موجود و چالش‌ها و مزایای آن‌ها پرداخته و با نگاهی به روش‌های موجود الگوریتمی ارائه می‌گردد که به کمک آن بتوان موقعیت کاربر را در فضای بیرونی به هنگام آموزش سیار، شناسایی کرد.

واژگان کلیدی: الگوریتم مکان محور، موقعیت‌یابی، آموزش سیّار، واقعیت افزودهٔ موبایل

*. دکتری مهندسی کامپوتر – نرم افزار، m.abbasifard@yahoo.com
**. کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، موسسه آموزشی عالی ادبیان .
دریافت مقاله : ۹۶/۰۱/۲۳ تصویب نهایی : ۹۶/۰۳/۲۹

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

۱. مقدمه

با گسترش و فراگیر شدن دستگاه‌های تلفن همراه از یک‌سو و همچنین افزایش قابلیت‌ها و ویژگی‌های جدید آن‌ها از سوی دیگر، بستر مناسبی برای آموزش‌های فراگیر به وجود آمده است. یکی از این قابلیت‌ها امکان اطلاع از موقعیت کاربر می‌باشد که موجب افزایش استفاده از اپلیکیشن‌های موبایل مکان محور در زمینه‌های خدمات مکان محور یا بازی‌های مبتنی بر مکان شد و نیز پیدایش نوع جدیدی از آموزش‌های فراگیر تحت عنوان آموزش‌های فراگیر سیّار شده است. در این نوع آموزش‌ها ازآنجاکه کاربران تلفن همراه، می‌توانند دستگاه خود را در هرکجا و هر زمان با خود حمل نمایند، با اضافه نمودن موقعیت مکانی خود به اپلیکیشن‌های ارائه‌شده، به امکانات وسیع‌تری از خدمات با محتوای مناسب در زمان مناسب دست پیدا می‌کنند. ازجمله اپلیکیشن‌های موبایل مکان محور که در آموزش‌های فراگیر سیّار نقش بسزایی را ایفا می‌کند، واقعیت افزوده[۱] (AR) است که با انطباق دنیای مجازی به دنیای فیزیکی تا حدود زیادی توانسته است مرز بین این دو دنیا را محو نماید و این کار را با افزودن عناصری بر اساس تولیدات کامپیوتری و از طریق دریافت و پردازش اطلاعات کاربر، توسط سنسورهای میکرو الکترومکانیکی[۲] و سنسورهایی مانند صدا، ویدئو، تصاویر گرافیکی یا داده‌های GPS بر پیرامون دنیای واقعی افراد انجام می‌دهد.

تاکنون برای موقعیت‌یابی الگوریتم‌های متعددی ارائه‌شده است که غالباً موقعیت اشیا را بر روی نقشه نشان می‌دهند؛ اما تعداد الگوریتم‌هایی که بتوانند موقعیت اشیاء را در دنیای واقعی شناسایی نموده و با استفاده از تکنولوژی AR، اطلاعات مربوط به آن شیء را به دنیای واقعی اضافه کرده و آن‌ها را در دنیای واقعی نشان بدهند، کم است. بنابراین نیاز به الگوریتمی جهت پیاده‌سازی اپلیکیشن‌های موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل احساس می‌شود.

چالش فنی مهم در استفاده از واقعیت افزودهٔ موبایل درزمینهٔ آموزش‌های فراگیر سیّار مبتنی بر مکان، شناسایی اشیاء دنیای واقعی و انطباق آن با محتوای آموزشی مجازی می‌باشد؛ و دیگر اینکه بدانیم کارآموز نسبت به اشیاء آموزشی در چه موقعیتی قرار دارد. بدیهی است اگر تعیین موقعیت کارآموز و شیء آموزشی با خطا و اشتباه همراه باشد، محتوای آموزشی ارائه‌شده مرتبط با موقعیت اشیاء نیز با خطا و اشتباه همراه خواهد بود. بنابراین ضروری است بتوان در زمان مناسب و در محل مناسب از طریق دستگاه تلفن همراه محتویات آموزشی مناسب را در اختیار کارآموز قرارداد.هدف از این مقاله ارائهٔ الگوریتمی برای موقعیت‌یابی دستگاه موبایل و اشیاء آموزشی موجود در یک محیط آموزش واقعی در فضای بیرونی می‌باشد.

در بخش دوم این مقاله، روش‌های مورداستفاده و ابزار موردنیاز برای موقعیت‌یابی را معرفی نموده و در بخش سوم، به بررسی موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل برای شناسایی اشیاء آموزشی و موقعیت دستگاه تلفن همراه در فضای بیرونی و همچنین پروسهٔ تطبیق نقشه جهت افزایش دقت در موقعیت‌یابی می‌پردازیم و در بخش چهارم الگوریتمی برای موقعیت‌یابی

---

۱. Augmented Reality

۲. MEMS: microelectromechanical systems

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل برای آموزش‌های سیّار ارائه می‌کنیم. در بخش آخر این مقاله به یک نتیجه‌گیری کلی از موضوع می‌پردازیم.

۲. روش مورداستفاده

در این پژوهش برای رسیدن به الگوریتمی مناسب برای موقعیت‌یابی بر مبنای واقعیت افزوده، ابتدا به مطالعه‌ی برخی از الگوریتم‌های موقعیت‌یابی و روش‌های تعیین موقعیت دستگاه تلفن همراه هوشمند پرداختیم؛ همچنین قابلیت‌های سنسورهای موجود در این دستگاه‌ها را ارزیابی نموده و درنهایت الگوریتمی پیشنهاد داده‌ایم که با استفاده از روش‌های مکان‌یابی و سنسورهای موقعیت‌یابی می‌تواند موقعیت دستگاه موبایل کارآموز را نسبت به اشیاء آموزشی محاسبه نموده و هنگامی‌که کارآموز به یک شیء آموزشی نزدیک می‌شود، دستگاه آن را تشخیص داده و محتوای آموزشی مربوط به آن را بر روی صفحه‌نمایش دستگاه موبایل نشان دهد.

۳. موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل

به‌طورکلی دو مسئلهٔ اصلی برای هر گام زمانی یک اپلیکیشن واقعیت افزودهٔ موبایل مکان محور وجود دارد. اول، اپلیکیشن باید وضعیت فعلی جهان فیزیکی و نیز وضعیت موجود جهان مجازی را تعیین کند (شناخت محیط فیزیکی پیرامون خود و سپس شناخت محتوای مناسب آن). دوم اینکه اپلیکیشن باید بتواند دنیای مجازی مربوط با دنیای واقعی را به‌گونه‌ای نمایش دهد که مؤلفه‌های درگیر را وادارد که عناصر دنیای مجازی را به‌عنوان بخشی از جهان فیزیکی شناسایی کرده، سپس به گام اول بازگشته تا به سمت گام زمانی بعدی حرکت کند. هنگامی‌که این دو گام زمانی را موردتوجه قرار می‌دهیم، درمی‌یابیم که روش‌های بسیار مختلفی می‌توانند برای رسیدن به‌عین دو گام مورداستفاده قرار گیرند و تکنولوژی‌های گوناگون برای پیاده‌سازی آن‌ها می‌تواند بکار روند. جهت تعیین وضعیت جهان فیزیکی روش‌های متفاوتی وجود دارد که در ادامه به بررسی تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم (مولینز و دمپسی، ۲۰۱۳).

۳-۱ روش‌های شناسایی اشیاء آموزشی (تعیین وضعیت جهان فیزیکی)

باوجود قابلیت‌های موجود در دستگاه تلفن همراه هوشمند مانند سنسورها و دوربین، روش‌های متفاوتی برای شناسایی اشیاء آموزشی توسط این دستگاه‌ها وجود دارد که از آن جمله می‌توان به شناسایی اشیاء آموزشی به روش برچسب‌زنی (مانند تگ‌های RFID[۱]) اشاره کرد که در این روش با برچسب زدن بر روی اشیاء آموزشی می‌توان آن‌ها را شناسایی کرد. روش دیگر، بینایی کامپیوتری[۲] بوده که یکی از شاخه‌های هوش مصنوعی[۳] است.این روش با ترکیب روش‌های مربوط به پردازش تصویر و تکنیک‌های یادگیری (الگوریتم‌های یادگیری ماشین و همچنین الگوریتم‌های شبکه‌های عصبی، به شناسایی اشیاء آموزشی پیرامون خود می‌پردازد. در برخی موارد نیز پایگاه داده عظیمی از تصاویر برچسب زده‌شده با استفاده از

۱. Radio-frequency Identification

۲. Computer Vision

۳. Artificial Intelligence

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

الگوریتم بازیابی تصویر، تطبیق داده می‌شود (تاکس و همکارانش، ۲۰۰۸). شناسایی اشیاء به این روش تا حد زیادی امکان‌پذیراست ولی معنادار شدن و تفسیر تصاویر هنوز با چالش‌های فراوانی روبروست. روش دیگر نیز استفاده از موقعیت کاربر (دستگاه تلفن همراه) و موقعیت اشیاء آموزشی در یک محیط آموزشی در فضای بیرونی می‌باشد.

۳-۲ روش‌های موقعیت‌یابی در فضای بیرونی

برای مشخص کردن موقعیت کارآموز و شناسایی شیء آموزشی در فضای بیرونی، روش‌های مختلفی وجود دارد که هرکدام دارای مزایا و معایبی هستند. یکی از این روش‌ها، روش موقعیت‌یابی توسط شبکه‌های سلولی تلفن همراه (تکنولوژی مثلث‌بندی دکل‌های مخابراتی) است که موقعیت مکانی دستگاه را بر اساس تأخیر سیگنال رادیویی دریافتی از نزدیک‌ترین دکل‌های آنتن تلفن همراه مشخص می‌کند.این روش کند و دارای دقت کمی است. در حال حاضر از این سیستم جهت تکمیل GPS استفاده می‌شود مخصوصاً درجاهایی که پوشش سیگنال‌های GPS ضعیف است یا دسترسی به سیگنال‌های GPS فراهم نیست. یکی دیگر از سیستم‌های موقعیت‌یابی، استفاده از سیستم ماهواره‌ی ناوبری جهانی[۱] است (به‌ویژه سیستم ماهواره‌ای GPS آمریکا، گلوناس[۲] روسیه و گالیلئو[۳] در اروپا). ازآنجایی‌که سیگنال‌های ماهواره در مسیر مستقیم حرکت می‌کنند می‌بایست در مسیر خود برای رسیدن به گیرنده از اتمسفر زمین عبور کنند (گارتنر،۲۰۱۶). در اتمسفر، عواملی بر روی سرعت و کیفیت سیگنال ارسالی اثر می‌گذارند که درنتیجه دقت را کاهش می‌دهند. با استفاده از سرعت سیگنال و زمان موردنیاز برای رسیدن سیگنال از ماهواره می‌توان فاصلهٔ گیرنده و درنتیجه محل تقریبی گیرنده را مشخص کرد. دو عامل مؤثر در افزایش خطای موقعیت در این سیستم عبارت‌اند از: میزان پراکندگی ماهواره‌ها (تعداد ماهواره‌ها) و دیگری نوع پراکندگی آن‌ها بدین تعبیر که رؤیت کامل ماهواره‌ها تنها نکتهٔ حائز اهمیت در هنگام استفاده از GPS نیست؛ هندسهٔ استقرار فضایی ماهواره‌ها عامل دومی است که می‌تواند خطای پرهزینه و مهمی ایجاد کند. یکی از مهم‌ترین پارامترهای وضعیت هندسهٔ ماهواره‌ای، «PDOP»[۴] است که شاخصی برای نمایش بهترین هندسهٔ آرایش فضایی ماهواره جهت حصول دقیق‌ترین نتایج است. تعیین موقعیت دوبعدی (طول و عرض جغرافیایی) در سیستم GPS با کمک سه ماهواره امکان‌پذیر است و تعیین موقعیت سه‌بعدی (طول و عرض و ارتفاع جغرافیایی) با کمک چهار ماهواره یا بیشتر به دست می‌آید. هرچه تعداد ماهواره‌های قابل‌رؤیت بیشتر باشد سرعت و دقت نیز افزایش می‌یابد.

در موقعیت‌یابی توسط GPS می‌توان با کمک داده‌های آنتن‌های سرویس‌دهی تلفن همراه (BTS)، اطلاعات زمانی و مکانی لازم برای تشخیص ماهواره‌ها را دریافت کرد و

۱. Global Navigation Satellite System
۲. GLONASS
۳. GALILEO
٤. Position Dilution of Precision

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

بدین‌صورت زمان تثبیت اولیه[۱] (TTFF) را به‌طور چشم‌گیری کاهش داد تا موقعیت‌یابی تسریع گردد.این امکان به‌صورت ذاتی در دستگاه‌های تلفن همراه تحت عنوان[۲] «A-GPS» وجود دارد. از سوی دیگر سنسورها امروزه بخش قابل‌توجهی از تلفن‌های هوشمند را به تسخیر درآورده‌اند. فراگیر شدن استفاده از دستگاه‌های تلفن هوشمند در زندگی روزمره حتی در اوقات فراغت از یک‌سو، و بالا رفتن قابلیت‌های رایانشی و تکنیکی شامل وجود سنسورهای ذاتی در دستگاه تلفن همراه ازجمله سنسورهای شتاب سنج، ژیروسکوپ (جهت تشخیص میزان چرخش دوربین)، قطب‌نمای دیجیتال (جهت تشخیص شمال جغرافیایی و پیدا کردن راستای دستگاه موبایل) و فشارسنج (جهت اندازه‌گیری میزان تغییر ارتفاع و فشار نسبت به سطح دریا و نیز برای نمایش دقیق‌تر وضعیت جغرافیایی در GPS) از سوی دیگر، موجب شده تا دستگاه تلفن همراه هوشمند به ابزاری مناسب برای شناسایی اشیاء تبدیل شود (گارتنر،۲۰۱۶). هرچند که این ابزار مناسب، خود دارای ضعف‌هایی است (مانند وجود گیرنده‌های ضعیف GPS) که بعضاً موجب عدم دقت در اندازه‌گیری می‌شود (توکوشو و فاینر، ۲۰۰۹)

۳-۲-۱ پروسهٔ تطبیق نقشه

با توجه به وجود خطا در داده‌های به‌دست‌آمده توسط روش‌های تعیین موقعیت، نیاز به پروسهٔ تطبیق نقشه در الگوریتم موقعیت‌یابی احساس می‌شود. پروسهٔ تطبیق نقشه، داده‌های مکانی خام و غیردقیق (معمولاً از GPS) را با داده‌ی شبکه جاده‌ای دیجیتال تطبیق می‌دهد. الگوریتم‌های تطبیق نقشه را به سه گروه ساده، وزن‌دار و پیشرفته دسته‌بندی کرده‌اند. الگوریتم‌های ساده، هندسه و توپولوژی خط سیر GPS را با هندسه و توپولوژی شبکه مقایسه می‌کنند تا بخش صحیح را برای نقطه GPS فعلی پیدا کنند. الگوریتم‌های وزن‌دار، میانگین وزنی امتیاز معیارهای مشخص را برمی‌دارند تا به هر بخش مورد انتخاب، امتیاز بدهند. الگوریتم‌های پیشرفته از متدهای ریاضی‌وار مانند منطق فازی، مدل مخفی مارکوف، تئوری احتمالات، مسیریابی جاده‌ای چند فرضیه‌ای، فیلتر کالمن، شبکه بیزین و شبکه عصبی استفاده کرده، به هر بخش موردنظر امتیاز داده و بخش دارای بیشترین امتیاز را انتخاب می‌کنند (هاشمی و کریمی، ۲۰۱۶). ازآنجاکه توضیحات بیشتر و تشریح الگوریتم‌های تطبیق نقشه در حوصلهٔ مقاله‌ی حاضر نمی‌گنجد، از بیان آن‌ها صرف‌نظر کردیم. لذا می‌توان با داشتن داده‌های نقشه‌ی مکان و استفاده از اطلاعات توپولوژیکی اشیاء آموزشی همچنین با استفاده از الگوریتم تطبیق نقشه، موقعیت‌یابی را تسریع بخشید و میزان خطا را کاهش داد (بنگ، لی، لی و سان، ۲۰۱۶)[۳]. ازآنجاکه دقت سیستم‌های موقعیت‌یابی از عوامل مختلفی همچون خطای دستگاه و شرایط جوی تأثیر می‌پذیرد، بنابراین نیاز است در الگوریتم پیشنهادی از روش تطبیق نقشه برای تعیین موقعیت فعلی دستگاه تلفن همراه بر روی نقشه‌ی محیط آموزشی استفاده کرد.

۳-۳ مکانیزم‌های جهت‌یابی و تعیین موقعیت دستگاه تلفن همراه

۱. Time to First Fix
۲. Assisted GPS
۳. Bang, Lee, Lee, & Son, ۲۰۱۶

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

ازآنجاکه واقعیت افزوده وابسته به این است که به لحاظ فضایی ثبت شود، باید مکانیزم‌هایی وجود داشته باشند که اطلاعاتی راجع به موقعیت دستگاه تلفن همراه، دنیای واقعی و هر نوع ابزار واقعیت افزوده را معین کنند. توجه داشته باشید که موقعیت هم شامل مکان و هم شامل جهت‌گیری می‌باشد. به‌منظور تعیین موقعیت به‌طور کامل، به اطلاعاتی درباره‌ی شش درجه اصلی موجودیتی که در حال ردیابی آن هستیم، نیاز است. شش درجه اصلی در این مورد، عبارت‌اند از: مکان X، مکان Y، مکان Z، گردش حول محور عمودی، گردش حول محور عمقی و گردش حول محور طولی.

محور X یا سمت[۱]: کمی شبیه یک قطب‌نما است که راستای دستگاه را اندازه‌گیری می‌کند. و در آن‌که ^{o}۰ یا ^{o}۳۶۰ شمال، ^{o}۹۰ شرق، ^{o}۱۸۰ جنوب و ^{o}۲۷۰ معادل غرب است.

محور-Y یا شیب[۲]: این محور، میزان سربالا و سرپایین شدن دستگاه را اندازه‌گیری می‌کند. که در آن ^{o}۰ حالتی است که دستگاه به‌طور تخت قرارگرفته و ^{o}۹۰ - هنگامی است که روی دستگاه به سمت بالا بوده و ^{o}۹۰ زمانی است که وارونه قرارگرفته است.

محور-Z یا چرخش[۳]**:این** محور میزان این‌طرف و آن‌طرف شدن دستگاه به جوانب خود را نشان می‌دهد. که ^{o}۰ زمانی است که دستگاه تخت به پشت قرارگرفته و^{o}۹۰ - یعنی که روی دستگاه به سمت چپ گشته و ^{o}۹۰یعنی روی دستگاه به سمت راست می‌باشد.

چهار جزء اصلی برای واقعیت افزوده مکان محور عبارت‌اند از: اول، سنسورها که برای تعیین وضعیت جهان فیزیکی مورداستفاده قرار می‌گیرند. دوم، پردازنده‌ها که برای ارزیابی داده‌های سنسورها به کار گرفته می‌شوند. سوم، صفحه‌نمایش مناسب برای ایجاد تصویر دنیای مجازی تطبیق داده‌شده با دنیای واقعی و چهارم، دستگاه‌های ورودی مانند دکمه‌ها، کیبورد و سایر محرک‌ها

۳-۳-۱ دوربین دستگاه تلفن همراه و سنسورها

اولین رکن هر اپلیکیشن واقعیت افزوده موبایل، دوربین است که ۹۹ درصد از واقعیت را در واقعیت افزوده تشکیل می‌دهد (یک درصد دیگر شامل سنسورهای پایه می‌باشد) (سود،۲۰۱۲). برای اینکه یک اپلیکیشن‌های واقعیت افزوده بتواند به دنیای فیزیکی پاسخ مناسب بدهد باید اطلاعات بلادرنگی در مورد دنیای واقعی داشته باشد. سه دسته‌ی اصلی از سنسورها در سیستم واقعیت افزوده استفاده می‌شوند. دسته‌ی اول: سنسورهایی که برای ردیابی مورداستفاده قرار می‌گیرند. دسته دوم: سنسورهای جمع‌آوری اطلاعات محیط آموزشی و دسته‌ی سوم: سنسورهای موردنیاز برای جمع‌آوری اطلاعات ورودی کاربر. بسیاری از سایر انواع سنسورها می‌توانند در اپلیکیشن‌های واقعیت افزوده مورداستفاده قرار بگیرند. هدف، دریافت اطلاعاتی درباره‌ی دنیای فیزیکی و استفاده از آن اطلاعاتی است که به اپلیکیشن اطلاع‌رسانی می‌کنند. برخی از سنسورهای متداول‌تری که به‌ویژه در اپلیکیشن‌های واقعیت افزوده مورداستفاده قرار می‌گیرند، شتاب سنج‌ها،

---

۱ Heading
۵ Pitch
۳ Roll

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

قطب‌نماها و ژیروسکوپ‌ها هستند به این خاطر که دستگاه‌هایی مانند موبایل که در دست گرفته می‌شوند به این سنسورها مجهّزند. (مولینز و دمپسی ۲۰۱۳)[۱].
سنسورهای ژیروسکوپ مقادیر مربوط به چرخش را گزارش می‌کنند بنابراین می‌توانند اطلاعاتی حاوی چرخش به راست و چپ (حول محور قائم)، چرخش به بالا و پایین (حول محور عمقی) و چرخش به راست و چپ (حول محور افقی) باشند. ژیروسکوپ‌ها اطلاعات مکانی را در اختیار قرار نمی‌دهند. آن‌ها می‌توانند در اندازه‌گیری چرخش یک کامپیوتر دستی یا چرخش دستگاه‌هایی که در دست گرفته می‌شوند یا در عینک‌ها و هد ست‌های واقعیت مجازی مورداستفاده قرار گیرند. سنسورهای قطب‌نما اطلاعات مربوط به جهتی را که به آن اشاره می‌کنند، فراهم می‌نمایند. درست مانند یک قطب‌نمای از مد افتاده، قطب‌نمای الکترونیکی نیز می‌تواند گزارش دهد که شما رو به شمال، جنوب، شرق، غرب یا جایی میان این‌ها قرارگرفته‌اید.شتاب سنج‌ها دقیقاً همان کاری را انجام می‌دهند که از اسمشان برمی‌آید. آن‌ها شتاب را گزارش می‌کنند و می‌توانند برای تعیین جهت چیزی که در حال حرکت است و تغییرات حرکت، مورداستفاده قرار بگیرند و به حضور سیگنال‌های GPS وابسته نیستند.به‌هرحال، استفاده از شتاب سنج‌ها در یک سیستم جهت‌یابی خطرناک است زیرا که هر عددی که شتاب سنج نشان می‌دهد بستگی به عددی دارد که قبل از آن آمده است. ازاین‌رو، هر خطایی در طول زمان افزایش می‌یابد. بنابراین مهم است که نوعی تصحیح خطا یا سنسور دیگری داشته باشیم که بتواند برای شتاب سنج‌ها، بررسی واقعیت را انجام دهد. از جنبه‌ی مثبت، شتاب سنج‌ها ارزان بوده و می‌توانند داده‌ای را فراهم کنند که در سیستم‌های واقعیت افزوده مفید و مثمر ثمر است. در الگوریتم پیشنهادی، بخشی از داده‌های ورودی برای تعیین جهت، از ترکیب سه سنسور فوق به دست می‌آید.

۴. الگوریتم موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل

در طراحی الگوریتم موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل در مقاله‌ی حاضر برای شناسایی شیء آموزشی، از داده‌های مکانی دستگاه تلفن همراه و همچنین از مختصات جغرافیایی اشیاء آموزشی موجود در یک محیط آموزشی در فضای بیرونی استفاده‌شده که مختصات جغرافیایی شیء آموزشی، از قبل در یک پایگاه داده‌ی مکانی ذخیره‌شده است. اولین قدم در طراحی الگوریتم پیشنهادی، محاسبه‌ی جهت و مختصات جغرافیایی دستگاه تلفن همراه می‌باشد که این مرحله با استفاده از ترکیبی از داده‌های سنسورهای قطب‌نما، ژیروسکوپ و شتاب سنج انجام می‌پذیرد. با داشتن داده‌های این سنسورها و اندکی محاسبات مثلثاتی می‌توان شیب، چرخش و جهت دستگاه را به دست آورد (این محاسبات توسط رابط کاربردی برنامه‌نویسی مختص هر سیستم‌عامل انجام می‌شود). از سوی دیگر برای به دست آوردن مختصات جغرافیایی دستگاه تلفن همراه به دریافت طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی دستگاه نیاز است که با استفاده از سنسور A-GPS موجود در دستگاه این کار انجام می‌شود. همچنین می‌توان بنا به شرایط محیطی از هریک از دو فراهم‌کننده‌ی مختصات جغرافیایی یعنی

۱. Mullins & Dempsey, ۲۱۱۳

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

GPS و شبکه سلولی تلفن همراه استفاده کرد. قدم بعدی، استفاده از پروسه تطبیق نقشه است که به‌وسیله آن می‌توان با داشتن داده‌های مکانی دستگاه تلفن همراه و نقشه‌ی دیجیتال محیط آموزشی، میزان دقت را در موقعیت‌یابی دستگاه تلفن همراه افزایش داد.

در مرحله‌ی دوم این الگوریتم، فاصله میان مختصات جغرافیایی دستگاه تلفن همراه (که در مرحله‌ی اول به‌دست‌آمده است) و مختصات اشیاء آموزشی موجود در پایگاه داده‌ی مکانی، محاسبه‌شده و اشیاء نزدیک به کارآموز شناسایی می‌شوند. در این الگوریتم با قرار دادن مختصات جغرافیایی دوبعدی یعنی طول و عرض جغرافیایی (برحسب رادیان) در فرمول شماره (۱)، فاصله بین موقعیت فعلی کارآموز و شیء آموزشی دنیای واقعی را محاسبه می‌کنیم.

$$a = \sin^2(\Delta\varphi/2) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2) \qquad \text{(فرمول ۱)}$$
$$c = 2 \cdot \operatorname{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{(1-a)})$$
$$d = R \cdot c$$

در این فرمول φ عرض جغرافیایی، λ طول جغرافیایی و R شعاع زمین (برابر با ۶/۳۷۱ کیلومتر) می‌باشند.

همچنین در این خصوص می‌توان فرمول مختصات قطبی زمین تخت (فرمول شماره ۲) را جایگزین فرمول (۱) کرد.

$$d = R \cdot \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 - 2 \cdot \theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \cos\Delta\lambda} \qquad \text{(فرمول ۲)}$$
$$\theta_1 = \pi/2 - \varphi_1$$
$$\theta_2 = \pi/2 - \varphi_2$$

در این مرحله از الگوریتم در هنگام پیاده‌سازی الگوریتم می‌توان از یک رادار برای نشان دادن اشیاء پیرامون کارآموز استفاده نمود تا کارآموز بتواند اشیاء آموزشی اطراف خود را شناسایی کرده (با توجه به معیاری که برای نزدیکی اشیاء آموزشی تعیین کرده است) و به سمت آن حرکت نماید.

در مرحله‌ی سوم،زاویه‌ی بین شیء آموزشی دنیای واقعی و زاویه دید دوربین دستگاه تلفن همراه با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از سنسورهای جهت‌یابی دستگاه تلفن همراه (مرحله اول) محاسبه می‌شود. برای محاسبه‌ی زاویه‌ی بین شیء آموزشی و دستگاه تلفن همراه ابتدا باید گرای جغرافیایی (آزیمت[۱] جغرافیایی)این دو امتداد را به دست بیاوریم.گرای جغرافیایی زاویه‌ای است که امتداد یک شیء در جهت عقربه‌های ساعت با امتداد قطب شمال می‌سازد و مقدار آن بین صفرتا ۳۶۰ درجه خواهد بود. برای محاسبه‌ی زاویه‌ی این دو امتداد با قطب شمال با استفاده از دستگاه مختصات دکارتی ابتدا مکان دستگاه موبایل را به‌عنوان مبدأ مختصات این دستگاه انتخاب کرده و سپس برای محاسبه‌ی زاویه‌ی بین امتداد جهت کنونی دستگاه تلفن همراه با امتداد قطب شمال، از سنسور قطب‌نمای دیجیتال موجود در دستگاه استفاده می‌کنیم. برای محاسبه‌ی زاویه‌ی شیء آموزشی با شمال جغرافیای، ابتدا باکم کردن

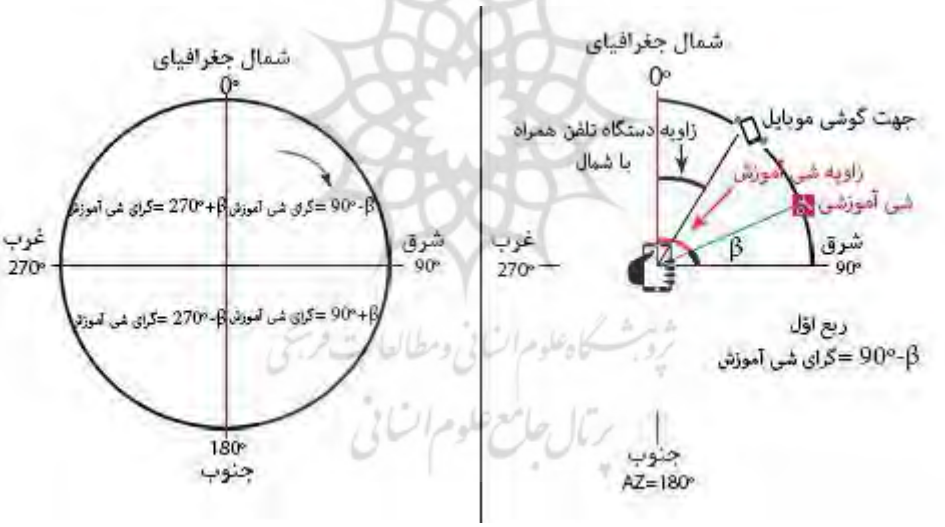
۱. Azimuth

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

مختصات جغرافیایی دستگاه تلفن همراه (طول و عرض جغرافیایی) از مختصات جغرافیایی شیء آموزشی، امتداد شیء آموزشی را نسبت به مبدأ مختصات (مکان دستگاه موبایل) به دست می‌آوریم. سپس به‌منظور محاسبه‌ی زاویه‌ی بین امتداد شیء آموزشی و امتداد قطب شمال از توابع مثلثاتی استفاده می‌کنیم. برای این کار ابتدا اندازه زاویه حامل[۱] (β)را طبق فرمول شماره (۳) محاسبه می‌کنیم.

$$\beta = atag|Y/X| \qquad \text{(فرمول شماره۳)}$$

زاویه حامل، از راستای شمالی اندازه‌گیری می‌شود. به‌طور مثال زاویه حامل صفر به معنای شمال، ۹۰ درجه به معنای شرق، ۱۸۰ درجه به‌عنوان جنوب و ۲۷۰ درجه، غرب در نظر گرفته می‌شود. سپس برای محاسبه‌ی زاویه‌ی شیء آموزشی در دستگاه مختصاتی دکارتی با مبدأ بیان‌شده، لازم است با توجه به موقعیت شیء آموزشی در این دستگاه مختصات، مقدار زاویه‌ی حامل را به آن اضافه یا کم کنیم. به‌عنوان‌مثال وقتی مختصات شیء آموزشی (هر دو طول و عرض جغرافیایی) مثبت باشد یعنی شیء آموزشی در ربع اول قرار دارد و زاویه‌ی شیء آموزشی با شمال جغرافیایی برابر β −۹۰° خواهد شد (مطابق شکل ۱).



شکل (۱). دستگاه مختصاتی الگوریتم

در مرحله‌ی آخر، الگوریتم باید تعیین کند که‌اید اطلاعات آموزشی افزوده شده بر شیء روی صفحه‌نمایش نشان داده شود یا نه. با محاسبه‌ی اختلاف زاویه بین جهت مکان فعلی موبایل و شیء آموزشی و با در نظر گرفتن زاویه دید دوربین دستگاه (که با داشتن مقادیر

۱, Bearing

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

اندازه سنسور دوربین موبایل و فاصله کانونی لنز قابل محاسبه است)می‌توان تعیین کرد که اگر شیء آموزشی موردنظر در این زاویه قرار داشت، اطلاعات مربوط به آن بر روی صفحه‌نمایش نشان داده شود.

همچنین برای جلوگیری از همپوشانی داده‌ها به علت کوچک بودن صفحه‌نمایش دستگاه موبایل، اشیاء آموزشی دورتر به‌صورت برچسب‌های کم‌رنگ‌تر و با جزئیات کمتر نمایش داده می‌شوند و اشیاء آموزشی نزدیک‌تر، پررنگ‌تر و با جزئیات بیشتری نمایش داده می‌شوند. در صورت تغییر وضعیت کارآموز (حرکت کارآموز و یا تغییر جهت دستگاه موبایل) برگشت به مرحله اول الگوریتم برای محاسبه‌ی موقعیت جدید ضروری است.این الگوریتم تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که کاربر از محیط تعیین‌شده‌ی آموزشی خارج شود و بااینکه نیاز به ادامه‌ی آموزش نداشته باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

۵. نتیجه‌گیری

طی مطالعاتی که در حوزه‌ی موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزودهٔ موبایل انجام شد دریافتیم که در این زمینه روش‌های پیاده‌سازی‌های گوناگونی وجود دارد ولی به‌ندرت مشاهده‌شده الگوریتمی بدین منظور طراحی‌شده باشد و بر اساس آن پیاده‌سازی صورت گرفته باشد. از سوی دیگر الگوریتم‌های موجود غالباً با بهره‌گیری از برخی قابلیت‌های تکنیکی دستگاه تلفن همراه مانند قطب‌نما و شتاب سنج، موقعیت کاربر و شیء آموزشی موردنظر را تعیین می‌کنند. لذا در این مقاله بر آن شدیم الگوریتمی طراحی کنیم که بتواند با استفاده از تمامی قابلیت‌های تکنیکی دستگاه تلفن همراه و سیستم‌های موقعیت‌یابی موجود موقعیت‌یابی را انجام دهد و بشود از آن در پیاده‌سازی اپلیکیشن‌های موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزوده بهره جست. امید است که در آینده با پیشرفت تکنولوژی و افزایش قابلیت‌های تکنیکی دستگاه‌های موبایل هوشمند بتوانیم از قابلیت‌های جدیدتر و دقیق‌تر این دستگاه‌ها برای دست یافتن به موقعیت‌یابی‌های دقیق‌تر و درنتیجه به سیستم‌های آموزش فراگیر سیّار کامل‌تر و مفیدتری نائل شویم. همچنین با تعمیم الگوریتم‌های یادگیری ماشین بتوانیم در موقعیت‌یابی مبتنی بر واقعیت افزوده دقیق‌تر و صحیح‌تر عمل کنیم و با طراحی الگوریتم‌های فرا ابتکاری بتوانیم با کمترین میزان متغیّرها، بیشترین میزان بهره‌برداری را داشته و بهینه‌تر عمل نماییم.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]

منابع

Gartner, G., & Huang, H. (Eds.). (۲۰۱۷). *Progress in Location-Based Services ۲۰۱۶*. Springer International Publishing.

Hashemi, M., & Karimi, H. A. (۲۰۱۶). A weight-based map-matching algorithm for vehicle navigation in complex urban networks. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, ۲۰(۶), ۵۷۳–۵۹۰.

Mullins, B., & Dempsey, G. (۲۰۱۳). *Foreword to Alan B. Craig's Understanding Augmented Reality*. (A. B. Craig, Ed.), *Understanding Augmented Reality*. Boston: Elsevier.

Sood, R. (۲۰۱۲). *Pro Android Augmented Reality. Antimicrobial agents and chemotherapy* (Vol. ۵۸). Berkeley, CA: Apress. Retrieved from

Takacs, G., Chandrasekhar, V., Gelfand, N., Xiong, Y., Chen, W.-C., Bismpigiannis, T., … Girod, B. (۲۰۰۸). Outdoors Augmented Reality on Mobile Phone Using Loxel-based Visual Feature Organization. In *Proceedings of the ۱st ACM International Conference on Multimedia Information Retrieval* (pp. ۴۲۷–۴۳۴). New York, NY, USA: ACM.

Tokusho, Y., & Feiner, S. (۲۰۰۹). Prototyping an outdoor mobile augmented reality street view application. In *Proceedings of ISMAR Workshop on Outdoor Mixed and Augmented Reality* (Vol. ۲). Citeseer.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[Downloaded from fashnameh.irantvto.ir on 2022-01-24]