طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم تشخیص محیط برای موقعیت‌یابی بدون مرز

محسن مهرابی‌نژاد[1] محمدرضا ملک[2]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۲/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۲/۱۱

****

چکیده

امروزه خدمات مکان- مبنا یکی از برنامه‌های پرکاربرد در ابزار همراه است؛ اما دو مانع وجود دارد که خدمات مکان- مبنا نتواند از تمام پتانسیل خود استفاده کند. اول اینکه موقعیت مکانی افراد در تمام نقاط قابل‌دسترس نیست. مانع دوم عدم وجود سرویس یکپارچه برای تعیین موقعیت می‌باشد. مانع دوم که همان عدم وجود سرویس یکپارچه برای تعیین موقعیت است در این تحقیق موردبررسی قرارگرفته است. کاربران تمایل زیادی دارند که بتوانند با دستگاه تلفن همراهی که در اختیاردارند در محیط‌های داخلی و بیرونی به‌صورت یکپارچه تعیین موقعیت کنند. برای تعیین موقعیت در محیط‌های داخلی و خارجی با توجه به ویژگی‌های آن‌ها روش‌های متفاوتی وجود دارد. پس بنابراین برای استفاده از روش مناسب تعیین موقعیت در هر محیط ابتدا نیاز به شناخت محیط وجود دارد.

در راستای تشخیص محیط از چهار عامل نور، تعداد ماهواره، دقت و امواج شبکه بی‌سیم و برای انجام تصمیم‌گیری از سیستم خبره استفاده شده است. در ابتدا چهارده حالت مختلف استفاده از عوامل تشخیص محیط موردبررسی قرار گرفت. سپس برای ایجاد یک سیستم خبره کلاسیک با اندازه‌گیری‌های انجام‌شده حدود آستانه هر یک از عوامل تعیین شد. پس از آن، برای حالت‌های مختلف، قوانین لازم برای تشخیص محیط تعریف‌شده و پایگاه دانش تشکیل شد. درنهایت بعد از تشکیل پایگاه داده در نقاط مختلف منطقه موردمطالعه این سیستم ارزیابی و نتایج آن ارائه شده است. نتایج این روش نشان می‌دهد در حالتی که از نور، دقت و امواج شبکه بی‌سیم استفاده شده، بهترین نتیجه به‌دست‌آمده است. در این حالت در ۹۲ درصد موارد تشخیص محیط به‌درستی صورت گرفته است.

واژه‌های کلیدی: خدمات مکان- مبنا، تشخیص محیط، تعیین موقعیت بدون مرز، تعیین موقعیت همراه.

****

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم اطلاعات مکانی، مهندسی نقشه برداری(ژئودزی و ژئوماتیک)، قطب فناوری اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی(نویسنده مسئول) Mohsenmehrabi88@gmail.com

۲- دانشیار گروه GIS، مهندسی نقشه‌برداری، قطب فناوری اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی Mrmalek@kntu.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

در ابتدا تحقیقات در مورد تعیین موقعیت در داخل و بیرون ساختمان به‌صورت جداگانه انجام می‌شد و روش‌های جداگانه‌ای برای تعیین موقعیت در داخل و بیرون ساختمان ارائه شده است؛ اما امروزه به دنبال روش‌های بدون مرز برای تعیین موقعیت هستند که با استفاده از آن بتوان هم در محیط داخل و هم محیط بیرون تعیین موقعیت را انجام داد. کاربران تمایل زیادی دارند که بتوانند با دستگاه تلفن همراهی که در اختیاردارند در محیط‌های داخلی و بیرونی به‌صورت بدون مرز تعیین موقعیت کنند (*Küpper., 2005*).

برای انجام تعیین موقعیت بدون مرز در گام اول نیاز است که ما محیطی که در آن قرار داریم را بشناسیم. برای تعیین موقعیت در محیط‌های داخلی و خارجی با توجه به ویژگی‌های آن‌ها روش‌های متفاوتی وجود دارد. پس بنابراین برای استفاده از روش مناسب تعیین موقعیت در هر محیط ابتدا نیاز به شناخت محیط وجود دارد.

با دانستن این مسئله که کاربر در محیط داخلی یا محیط خارجی است، سیستم می‌تواند از روش مناسب برای تعیین موقعیت استفاده کند. تشخیص اینکه کاربر در محیط داخلی قرار دارد یا خارجی همچنین می‌تواند اطلاعات اولیه را برای برخی از برنامه‌های کاربردی را فراهم کند. برای مثال تفسیر تصاویر به‌صورت خودکار، شناخت زمینه[1] و تعیین موقعیت داخلی[2] برنامه‌هایی هستند که تشخیص محیط می‌توان اطلاعات اولیه را برای آنها فراهم کند(*Zhou et al., 2012*). بنا بر مطالب یادشده، هدف اصلی تحقیق حاضر تشخیص خودکار گذر از محیط باز به محیط بسته و یا برعکس است. برای انجام این مهم از چهار عامل نور، تعداد ماهواره، دقت و امواج شبکه بیسیم استفاده شده است. پس از تعیین عوامل مؤثر در تشخیص محیط برای انجام تصمیم‌گیری از سیستم خبره کلاسیک استفاده شده است. نتایج این روش نشان می‌دهد در حالتی که از نور، دقت و امواج شبکه بی‌سیم استفاده شده است، بهترین نتیجه به‌دست‌آمده است. در این حالت در ۹۲ درصد موارد تشخیص محیط به‌درستی صورت گرفته است.

روش‌های مختلفی برای تعیین موقعیت بدون مرز ارائه شده است. یکی از این روش‌ها استفاده از شبه ماهواره می‌باشد. مفهوم شبه ماهواره به دهه ۱۹۷۰ و حتی قبل از راه‌اندازی GPS برمی‌گردد. درواقع شبه ماهواره برای تست و آزمایش سیستم تعیین موقعیت GPS طراحی شده بود؛ اما در سال‌های گذشته نظریه جدید شبه ماهواره و سخت‌افزارهای آن برای کاربردهای مختلف تعیین موقعیت توسعه داده شده است. از این فناوری می‌توان در جاهایی که دریافت امواج ماهواره امکان‌پذیر نیست مانند زیرزمین، داخل ساختمان‌ها و غیره استفاده کرد (*Li, Zhang, Guo, Wang, & Qiu, 2017; Wang, 2002*). با توجه به انعطاف‌پذیری سیستم شبه ماهواره، این سیستم را می‌توان با سیستم‌های دیگر مانند INS نیز ترکیب نمود.

روش دیگر استفاده از فناوری Locata است. فناوری Locata به‌منظور توسعه تعیین موقعیت و رسیدن به دقت سانتیمتر ایجاد شده است. این فناوری در تکمیل و جایگزینی روش سینماتیک آنی[3] با استفاده از امواج GPS مورد استفاده قرار گرفته است (*Bonenberg, Hancock, & Roberts, 2013; Grgac, 2017; Ivaničić, 2018*). این فناوری در جاهایی که نمی‌توان از روش‌های تعیین موقعیت ماهوارهای کلاسیک به‌خوبی استفاده کرد مانند معادن، دره‌های عمیق، مناطق انبوه جنگلی، مناطق شهری و مناطق سرپوشیده و غیره مورداستفاده قرار می‌گیرد (*Montillet et al., 2014*). آزمایشات انجام‌شده نشان می‌دهد در این مناطق سیستم Locata می‌تواند با دقت افقی در سطح سانتی‌متر تعیین موقعیت را انجام دهد (*Rizos, 2013*).

دو روش شبه ماهواره و استفاده از امواج Locata نیاز به زیرساخت دارد و روش‌های بسیار پرهزینه‌ای محسوب می‌شوند که این مسئله از مهم‌ترین محدودیت‌های این دو روش است.

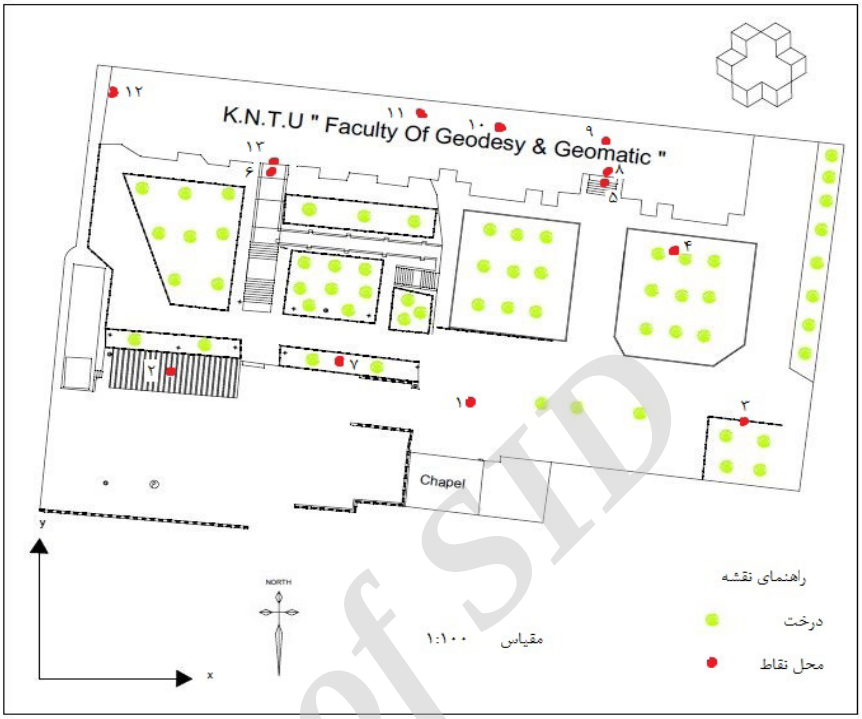
[1]- Context

[2]- Indoor localization

[3]- Real Time Kinematic (RTK)

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره ۱: نقاط موردبررسی در منطقه موردمطالعه

یکی دیگر از روش‌های تعیین موقعیت بدون مرز استفاده از GPS و امواج شبکه بی‌سیم است. امواج GPS در داخل ساختمان‌ها یا دریافت نمی‌شوند یا به‌سختی دریافت می‌شوند. این مسئله برای امواج شبکه بی‌سیم به‌صورت عکس عمل می‌کند؛ بنابراین افراد مختلف سعی کردند که از عملکرد متفاوت این دو پارامتر در محیط‌های داخلی و خارجی برای تشخیص محیط و در نتیجه تعیین موقعیت استفاده کنند *(Cheng, Yang, Li, & Zhang, 2014; Davidson & Piché, 2017; Du & Yang, 2017; Khalajmehrabadi, Gatsis, & Akopian, 2017; Nur, Feng, Ling, & Ochieng, 2013; Saengwongwanich, Chundi, Jingnong, & Boonsrimuang, 2014; Zou, Chen, Jiang, Xie, & Spanos, 2017)*. امواج GPS در برخی نقاط در داخل ساختمان مانند نقاط نزدیک پنجره‌ها توسط گیرنده‌ها دریافت می‌شود که این مسئله باعث تشخیص اشتباه محیط در این روش می‌شود.

یکی دیگر از روش‌های تعیین موقعیت در محیط‌های داخلی استفاده از RFID[1] است. استفاده از این سیستم با مشکلاتی همراه است. که از جمله، می‌توان به هزینه بالای خواننده‌ها[2] و تگ‌های فعال[3]، وابستگی دقت تعیین موقعیت به تراکم تگ‌ها و لزوم نزدیک شدن به تگ‌ها برای خواندن تگ‌ها اشاره کرد *(Brandl, Posnicek, & Kellner, 2016; López, de Cos Gómez, & Andrés, 2017; Song, Li, Tang, & Zhang, 2016; Xu, Ding, Li, Wang, & Li, 2017; Yang, Zhang, & Chen, 2016; Zou et al., 2017)*. از امواج مادون قرمز نیز برای تعیین موقعیت استفاده می‌شود. این روش جزء روش‌های مبتنی بر سنجش مجاورت می‌باشد. سیگنال‌های اشعه مادون‌قرمز دارای این مزیت هستند که فقط در یک محدوده کوچک چندمتری ساطع می‌شوند و به دیوار نیز نفوذ نمی‌کنند. ازاین‌رو ممکن است به یک خط دید بین ساطع کننده و گیرنده نیاز باشد. مزیت روش فوق این است که نسبتاً ارزان، آسان و با مصرف کم انرژی همراه است *(Contreras, Castro, & de la Torre, 2017; Huang, Lee, Ho, Wu, & Lai, 2015; Jia et al., 2015;)*.

روش دیگری که برای تشخیص محیط و تعیین موقعیت استفاده می‌شود، استفاده از حسگرهای مختلف برای تشخیص محیط است. بین محیط‌های داخلی و خارجی تفاوت‌های اساسی وجود دارد و محققان سعی می‌کنند با استفاده از این تفاوت‌ها به تشخیص محیط بپردازند. برای این کار از

[1]- Radio Frequency IDentification
[2]- Reader
[3]- Active Tags

Archive of SID
www.SID.ir

حسگرهای مختلف برای سنجش محیط استفاده می‌کنند. از پارامترهایی که برای تشخیص محیط از این طریق استفاده می‌شود می‌توان به نور، میدان مغناطیسی و امواج تلفن-های همراه اشاره کرد (*Zhou et al., 2012*). ما در این تحقیق از حسگرهای مختلف برای تشخیص محیط استفاده کردیم.

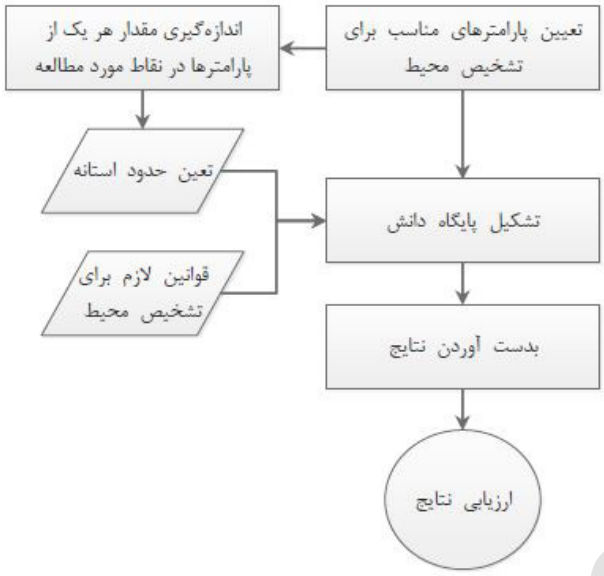
این تحقیق در دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه خواجه نصیر پیاده‌سازی شده است. محوطه بیرونی این دانشکده به‌عنوان محیط خارجی و راهرو طبقه همکف ساختمان دانشکده نقشه‌برداری به‌عنوان محیط داخلی مورد بررسی قرار گرفته است.

برای جمع‌آوری اطلاعات و ارزیابی نتایج سیزده نقطه مختلف با ویژگی‌های متفاوت را در نظر گرفتیم. در انتخاب نقاط سعی شده که پراکندگی مناسب و محل نقاط به نحوی انتخاب شوند که بتوان به‌خوبی نتایج سیستم را ارزیابی کرد. در نگاره ۱ محل نقاط بر روی پلان منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

در بخش اول به توضیح مباحث مقدماتی چون اهمیت و ضرورت تحقیق، اهداف تحقیق، مروری بر فعالیت‌های انجام شده در گذشته و منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. در بخش دوم به توضیح در مورد مدل‌سازی تحقیق پرداخته شده است و در بخش سوم نحوه پیاده‌سازی شرح داده شده است. در بخش چهارم تحت عنوان نتیجه‌گیری و پیشنهادات نتایج تحقیق و پیشنهادات برای فعالیت‌های آتی ارائه شده است.

۲- طراحی و مدل‌سازی سیستم

در این تحقیق از سیستم خبره قطعی برای تشخیص محیط استفاده شده است. در حالت قطعی فضای موجود به دو قسمت داخلی و خارجی تقسیم‌بندی شده است. منظور از فضای داخلی فضای داخل ساختمان است و بقیه فضاها به‌عنوان فضای خارجی شناخته می‌شود. ابتدا عوامل مختلف در تشخیص محیط را مشخص کرده و سپس برای تشکیل پایگاه دانش به روش قطعی حالت‌های مختلف ترکیب عوامل در نظر گرفته شده است و در نهایت نتایج هر یک از روش‌ها مورد بررسی قرار گرفت است. نگاره ۲ روند کلی تحقیق را نشان داده و در ادامه به شرح انواع این حالت‌ها پرداخته شده است.



نگاره ۲: روند کلی تحقیق

۲-۱- عوامل مورد استفاده در تشخیص محیط

در این تحقیق از چهار عامل دقت، امواج شبکه بیسیم، تعداد ماهواره و میزان نور برای تشخیص محیط استفاده شده است. هر یک از این عوامل با توجه به ویژگی که دارند به نحوی به تشخیص محیط کمک می‌کنند.

در مورد تعداد ماهواره می‌توان گفت، ازآنجایی‌که در محیط‌های داخلی دریافت امواج ماهواره با مشکل مواجه می‌شود و ارتباط گیرنده با تعدادی و یا همه ماهواره‌ها قطع می‌شود؛ بنابراین انتظار می‌رود که در داخل ساختمان تعداد ماهواره‌هایی که امواج آنها قابل دریافت است از تعداد ماهواره‌هایی که در افق دید آن منطقه وجود دارد کمتر باشد.

یکی دیگر از عوامل تشخیص محیط، دقت تعیین موقعیت است. در برخی نقاط در داخل ساختمان مانند نقاط نزدیک پنجره‌ها، سیگنال‌های ماهواره توسط گیرنده دریافت می‌شود و تعیین موقعیت صورت می‌گیرد. به دلیل

Archive of SID
www.SID.ir

وجود ساختمان و موانع موجود در این نقاط، تعیین موقعیت با دقت کمی انجام می‌شود؛ بنابراین با توجه به اینکه دقت تعیین موقعیت در محیط خارجی بیشتر از دقت تعیین موقعیت در محیط داخلی است، با توجه به اندازه‌گیری دقت تعیین موقعیت می‌توان به تشخیص محیط پرداخت.

یکی از عواملی که دقت تعیین موقعیت را نشان می‌دهد مقدار DOP است. دقت تعیین موقعیت دوبعدی با HDOP[1] مشخص می‌شود که دقت تعیین موقعیت مسطحاتی را نمایش می‌دهد (*Küpper, 2005*). با توجه به این مسئله که دقت تعیین موقعیت با استفاده از GPS در محیط خارجی بهتر از دقت تعیین موقعیت داخلی است بنابراین مقادیر HDOP در محیط داخلی بیشتر از محیط خارجی خواهد بود.

قدرت امواج دریافتی شبکه‌های بی‌سیم به فاصله گیرنده از فرستنده بستگی دارد. هرچقدر گیرنده به فرستنده نزدیک‌تر باشد قدرت امواج دریافتی بیشتر خواهد بود. ازآنجایی‌که معمولاً فرستنده‌های امواج شبکه‌های بی‌سیم در داخل ساختمان نصب می‌شوند بنابراین قدرت دریافتی این امواج در داخل ساختمان بیشتر از خارج خواهد بود؛ بنابراین با اندازه‌گیری قدرت دریافتی این امواج می‌توان به تشخیص محیط پرداخت.

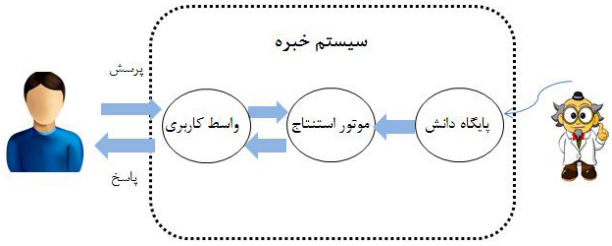
تحقیقات نشان می‌دهد که میزان نور برای محیط داخلی به‌طورمعمول بسیار کمتر از محیط‌های باز و یا نیمه‌باز، حتی در روزهای ابری و بارانی است. این مسئله حتی زمانی که حسگر نور رو به پایین چرخانده شود نیز برقرار است. دلیل اصلی آن این است که شدت نور خورشید در طیف مرئی است که به‌طورمعمول بسیار بالاتر از نور لامپ است. علاوه بر این حس‌گر نور قابلیت تشخیص نور در طیف‌های نامرئی مانند مادون‌قرمز و اشعه ماوراءبنفش را دارد. زمانی که روشنایی نور خورشید و نور مصنوعی مشابه به نظر می‌رسد شار نورانی نور خورشید بسیار بالاتر از منابع نور مصنوعی در طول روز است؛ بنابراین محیط داخل ساختمان می‌تواند با محیط خارجی از لحاظ میزان شدت نور متفاوت باشد (*Zhou et al., 2012*).

[1]- Horizontal Dilution of Precision

۲-۲- طراحی سیستم خبره

طبق یک تعریف کلی که دربرگیرنده ویژگی‌های سیستم خبره باشد، سیستم خبره یک ابزار تصمیم‌گیری مبتنی بر رایانه است که از حقایق و اکتشافات به‌دست‌آمده از دانش متخصص برای انجام یک تصمیم‌گیری دشوار استفاده می‌کند (*Badiru & Cheung, 2002*).

سیستم خبره از سه بخش پایگاه دانش، موتور استنتاج و واسط کاربری تشکیل شده است. در نگاره ۳ اجزای اصلی یک سیستم خبره و ارتباط بین آنها مشاهده می‌شود.



نگاره ۳: اجزای یک سیستم خبره و روابط بین آن‌ها

برای تشکیل پایگاه دانش حالت‌های مختلفی را مورد بررسی قرار دادیم. در ادامه چگونگی تشکیل پایگاه دانش برای هر یک از عوامل شرح داده خواهد شد.

استفاده از نور برای تشخیص محیط

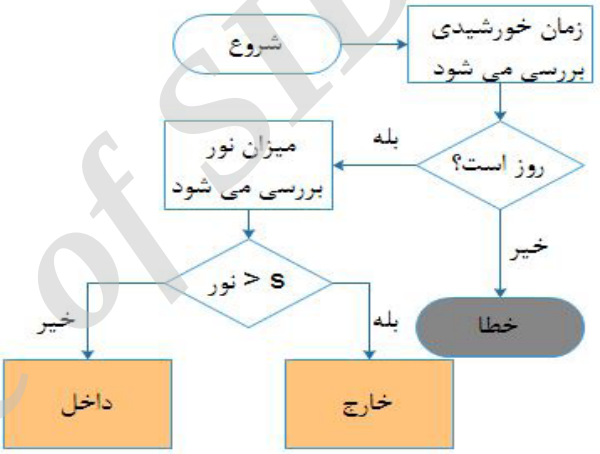
ما در این تحقیق از نور فقط در طول روز برای تشخیص محیط استفاده کردیم. در طول شب میزان نور برعکس روز است و میزان نور در داخل بیشتر از خارج می‌باشد. در طول شب علاوه بر محیط داخلی در محیط خارجی نیز نور چراغ‌ها وجود دارد. به‌خصوص در شهرها که این مسئله ممکن است تشخیص محیط را با خطاهای زیادی روبه‌رو کند، به همین دلیل ما از نور فقط در طول روز برای تشخیص محیط استفاده کردیم.

مقدار حد آستانه نور را با اندازه‌گیری‌های مختلف از محیط به دست می‌آوریم. منظور از حد آستانه مقداری است که در صورتی‌که میزان نور بیشتر از آن مقدار باشد کاربر

Archive of SID

www.SID.ir

در محیط خارجی و در صورتی‌که مقدار نور کمتر از حد آستانه باشد کاربر در محیط داخلی قرار دارد. برای تشخیص محیط از طریق نور، سیستم ابتدا از روی داده‌های GPS ساعت خورشیدی را بررسی می‌کند و در صورتی‌که روز باشد از طریق میزان نور محاسبه‌شده توسط حسگر نوری و مقایسه آن با حد آستانه، محیط را برای کاربر مشخص می‌کند. در نگاره ٤ نحوه تشخیص محیط با استفاده از نور مشاهده می‌شود.



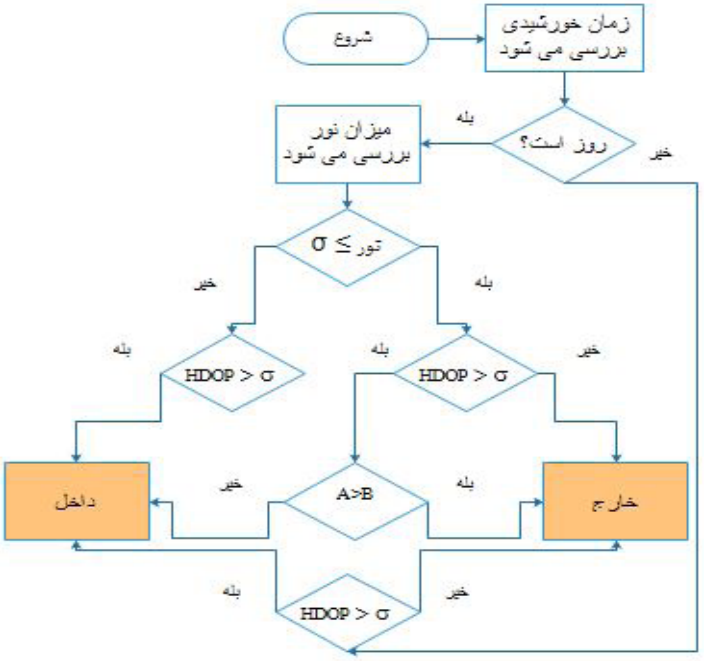
نگاره ٤: استفاده از نور برای تشخیص محیط

استفاده از دقت برای تشخیص محیط

در مورد عامل دقت همان‌طور که قبلاً اشاره شد، از مقدار HDOP به‌عنوان دقت تعیین موقعیت استفاده کردیم. برای استفاده از HDOP برای تشخیص محیط با توجه به موقعیت و ساعت مقدار حد آستانه برای HDOP را در محیط خارجی محاسبه می‌کنیم. برای این کار می‌توان از فایل آلماناک یا اندازه‌گیری استفاده کرد. با به دست آوردن HDOP و مقایسه آن با مقدار حد آستانه می‌توان خارج یا داخل بودن را تشخیص داد. درصورتی‌که ارتباط با ماهواره قطع باشد و یا مقدار HDOP بیش از مقدار حد آستانه باشد کاربر در داخل ساختمان قرار دارد و درصورتی‌که HDOP کمتر یا مساوی با مقدار حد آستانه باشد کاربر در محیط خارجی قرار دارد.

استفاده از چند عامل برای تشخیص محیط

در صورتی‌که از چند عامل برای تشخیص محیط استفاده می‌شود اگر همه عوامل بیانگر این مسئله باشند که کاربر در داخل قرار دارد بنابراین موقعیت کاربر در داخل محسوب می‌شود. در صورتی‌که همه عوامل نشان‌دهنده این باشند که کاربر در خارج قرار دارد بنابراین موقعیت کاربر در خارج



نگاره ٥: استفاده از نور و دقت برای تشخیص محیط

Archive of SID
www.SID.ir

محسوب می‌شود. در صورتی که برخی داخل و برخی خارج را نشان دهند طبق روابط ۱ و ۲ و ۳ اختلاف هریک از مقادیر را با مقادیر حد آستانه بدست آورده و سپس آن را نرمال می‌کنیم. هرکدام از این روابط که مقدارش بیشتر شد آن پارامتر را ملاک تشخیص قرار می‌دهیم.

در این روابط σ نشاندهنده مقدار حد آستانه برای هرکدام از پارامترها است و مقادیر N_1، N_2 و N_3 برای نرمال کردن مقادیر و منطقی بودن مقایسه اختلاف‌هاست.

رابطه ۱
$$A = \left[\frac{Light - \sigma}{N_1}\right]$$

رابطه ۲
$$B = \left[\frac{HDOP - \sigma}{N_2}\right]$$

رابطه ۳
$$C = \left[\frac{Satellite\ Number - \sigma}{N_3}\right]$$

برای مثال نگاره ۵ نحوه تشخیص محیط با استفاده از دو عامل نور و دقت را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقادیر حد آستانه

پارامتر مورد نظر	(LUX) نور	تعداد ماهواره	HDOP	قدرت امواج شبکه بی‌سیم
مقدار حد آستانه	۸۰۰	۵	۱/۷	-۵۵

۳- پیاده‌سازی

۳-۱- تعیین مقادیر حد آستانه

جهت به دست آوردن حد آستانه برای نور، دقت، امواج شبکه بی‌سیم و تعداد ماهواره، مقادیر این پارامترها را در نقاط مختلف اندازه‌گیری کردیم. این نقاط به نحوی انتخاب شدند که شرایط مختلف محیطی را شامل شوند. سپس با

جدول ۲: نحوه استفاده از عوامل مختلف در هر حالت

	نور	تعداد ماهواره	دقت	امواج شبکه بی‌سیم
۱	✓	–	–	–
۲	–	–	✓	–
۳	–	✓	–	–
٤	✓	–	✓	–
٥	✓	✓	–	–
٦	–	✓	✓	–
۷	✓	–	–	✓
۸	–	✓	–	✓
۹	–	–	✓	✓
۱۰	✓	–	✓	✓
۱۱	–	✓	✓	✓
۱۲	✓	✓	✓	–
۱۳	✓	✓	–	✓
١٤	✓	✓	✓	✓

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: نتایج تشخیص محیط

شماره نقطه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤
۱	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۲	۰	٤	۳	٤	۳	٤	۰	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۳	۱	٤	۲	٤	۳	۳	۱	۲	٤	٤	۳	۳	۳	۳
٤	۰	٤	۲	٤	۲	۲	۰	۲	٤	٤	۳	۲	۲	۲
٥	٤	۲	۱	۲	۳	۱	٤	۲	۲	۲	۱	۳	۳	۳
٦	٤	۱	۱	۱	٤	۱	٤	۱	۱	۲	۱	۳	۳	۳
۷	۲	٤	٤	٤	٤	٤	۲	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۸	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۹	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۱۰	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۱۱	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۱۲	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤
۱۳	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤	٤

بررسی مقادیر اندازه‌گیری شده حد آستانه را برای چهار پارامتر موردنظر تعیین کردیم. در صورتی‌که مقادیر نور، تعداد ماهواره و امواج شبکه بی‌سیم کمتر یا مساوی و مقدار HDOP که بیانگر دقت تعیین موقعیت است بیشتر از حد آستانه باشد کاربر در محیط داخلی قرار دارد. در صورتی که مقادیر نور، تعداد ماهواره و شبکه بی‌سیم کمتر از حد آستانه و مقدار HDOP بیشتر از حد آستانه باشد کاربر در محیط خارجی قرار دارد. مقادیر حد آستانه در جدول ۱ مشاهده می‌شود.

بعد از تعیین حد آستانه به تشخیص محیط پرداختیم و نتایج آن را موردبررسی قرار دادیم که در بخش بعد به آن اشاره خواهیم کرد.

۳-۲- نتایج تشخیص محیط

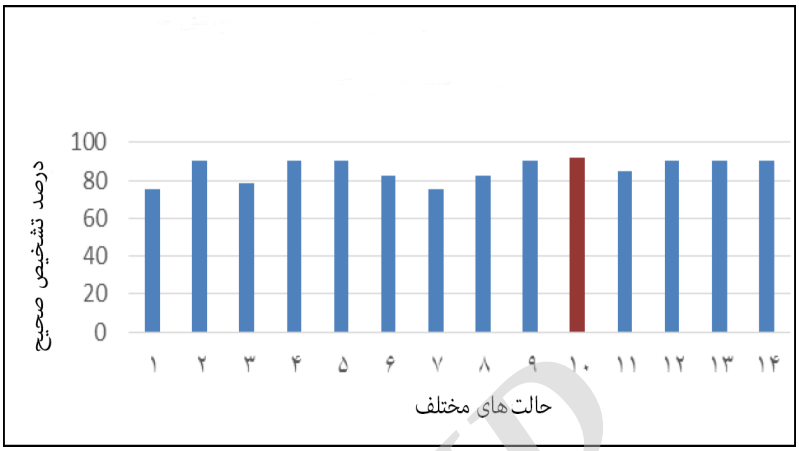
در این تحقیق فضای موجود به دو قسمت خارجی و داخلی تقسیم‌بندی شده و بر اساس آن ارزیابی صورت گرفته است. در چهارده حالت مختلف ارزیابی انجام شده است. جدول ۲ نشان می‌دهد که در هر حالت از چه عاملی برای تشخیص محیط استفاده شده است.

برای ارزیابی نتایج چهار مرتبه در هر یک از نقاط، مستقر شده و تشخیص محیط توسط سیستم را با واقعیت تطبیق داده و میزان صحت سیستم را مورد ارزیابی قرار دادیم. این عمل در چهارده حالت مختلف صورت گرفت. در جدول ۳ این نتایج مشاهده می‌شود. در این جدول در ۱۳ نقطه اشاره شده و در ۱٤ حالت مختلف صحت سیستم مورد ارزیابی قرارگرفته است. اعداد جدول نشان می‌دهد که در هریک از نقاط و در حالت موردنظر، از چهار بار ارزیابی صورت گرفته، چند بار تشخیص سیستم با واقعیت تطبیق داشته است.

اشتباهات این سیستم در تشخیص محیط در نقاط خارجی بوده است. این نقاط که جزء محیط خارجی

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره ٦: درصد تشخیص صحیح محیط در حالت‌های مختلف

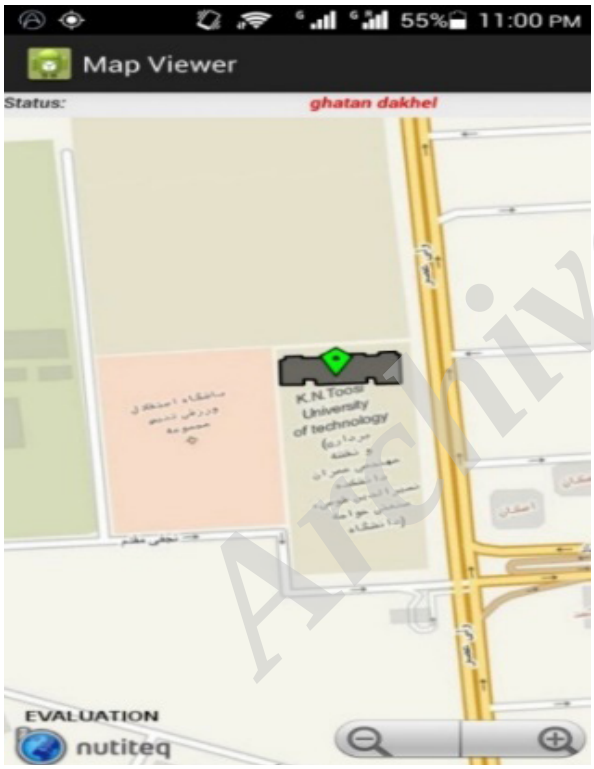
محسوب می‌شوند در بعضی مواقع سیستم به‌اشتباه آنها را محیط داخلی تشخیص می‌دهد.

با توجه به نتایجی که از نقاط دو، سه و چهار به‌دست‌آمده است می‌توان نتیجه گرفت در نقاطی که سقف‌های کاذب وجود دارد به دلیل عدم تابش مستقیم نور خورشید میزان نور در این نقاط کمتر بوده و تشخیص محیط توسط نور با مشکل مواجه می‌شود.

در این نقاط همچنین وجود سقف‌های کاذب بر روی امواج ماهواره نیز تأثیر دارد و تشخیص محیط از طریق دقت تعیین موقعیت و تعداد ماهواره را نیز تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. بااین‌حال تشخیص محیط با استفاده از دقت و تعداد ماهواره در این نقاط صحیح‌تر صورت می‌گیرد.

در برخی نقاط خارجی مانند نقاط پنج و شش برعکس حالت قبل است. در این نقاط که نزدیک درهای ورودی ساختمان هستند به دلیل وجود تابش نور خورشید تشخیص محیط توسط نور به‌درستی صورت می‌گیرد اما به دلیل وجود دیوارهای بلند و تأثیر آن بر روی امواج ماهواره تشخیص محیط با استفاده از تعداد ماهواره و دقت به‌اشتباه صورت می‌گیرد و سیستم این محیط‌ها را به‌اشتباه، محیط داخلی تشخیص می‌دهد.

در نگاره ٦ درصد صحیح تشخیص محیط در حالت‌های مختلف نمایش داده شده است. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود در حالت ۱۰ که از نور، دقت و امواج شبکه بی‌سیم استفاده شده است بهترین نتیجه به دست آمده است. در این حالت در ۹۲ درصد موارد تشخیص محیط به‌درستی صورت گرفته است.



نگاره ۷: تصویری از محیط برنامه

۳-۳- پیاده‌سازی سیستم تشخیص محیط

برای پیاده‌سازی از سیستم عامل اندروید و زبان برنامه‌نویسی Java استفاده شده است. برنامه‌نویسی در محیط Eclipse نسخه Kepler صورت گرفته است.

Archive of SID
www.SID.ir

در سیستم پیاده‌سازی شده برای تعیین موقعیت طبق نتایج به‌دست‌آمده از بهترین حالت برای تشخیص محیط، یعنی از سه عامل نور، امواج شبکه بی‌سیم و دقت برای تشخیص محیط استفاده شده است.

پس از تشخیص محیط توسط سیستم، درصورتی‌که کاربر در محیط خارجی قرار داشته باشد موقعیت کاربر با استفاده از GPS تعیین و بر روی نقشه نمایش داده می‌شود. درصورتی‌که کاربر در محیط داخلی قرار داشته باشد نیز موقعیت کاربر در داخل ساختمان نمایش داده می‌شود. در نگاره ۷ تصویری از برنامه در حالتی که کاربر در داخل ساختمان قرار دارد، مشاهده می‌شود.

٤- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق ما یک سیستم تعیین موقعیت بدون مرز را طراحی و پیاده‌سازی کردیم. برای ایجاد یک سیستم تعیین موقعیت بدون مرز به تشخیص محیط نیاز است تا با توجه به نوع محیط، راهکار مناسب برای تعیین موقعیت را انتخاب کنیم؛ بنابراین تمرکز اصلی ما بر روی شناخت به‌صورت خودکار و قابل انجام توسط ابزار همراه بود.

برای تشخیص محیط از عوامل دقت، تعداد ماهواره، میزان نور محیط و امواج شبکه بی‌سیم برای تشخیص محیط استفاده کردیم. محیط موردبررسی را به دو قسمت محیط داخلی و خارجی تقسیم‌بندی کردیم. نتایج این روش نشان می‌دهد در حالتی که از نور، دقت و امواج شبکه بی‌سیم استفاده شده است، بهترین نتیجه به‌دست‌آمده است. در این حالت در ۹۲ درصد موارد تشخیص محیط به‌درستی صورت گرفته است.

نتایج نشان داد در برخی نقاط خارجی به دلیل وجود سقف کاذب و عدم وجود نور کافی تشخیص محیط با اشتباه همراه بود. در مورد دقت و تعداد ماهواره نیز در نقاط خارجی که دیوارهای بلند وجود داشت و امواج ماهواره به‌خوبی قابل دریافت نبود تشخیص محیط به‌درستی صورت نمی‌گرفت.

از منابع عدم قطعیت در این تحقیق می‌توان به وجود خطای سیستماتیک در حسگرها اشاره کرد که از آن صرف‌نظر شده است. همچنین تغییر در محل فرستنده‌های امواج بی‌سیم و یا قرار گرفتن مانع در مقابل حسگر نوری گوشی تلفن همراه از دیگر عواملی است که باعث ایجاد خطا در اندازه‌گیری‌ها می‌شود که از آن صرف‌نظر شده است.

با توجه به مطالعات انجام‌شده و تجارب به‌دست‌آمده یکی از پیشنهادهایی که برای کارهای بعدی ارائه می‌شود استفاده از عوامل دیگر برای تشخیص محیط است. یکی از عواملی که می‌تواند برای تشخیص محیط استفاده شود امواج مغناطیسی است. باوجود فلزات و ابزارهایی که در داخل ساختمان قرار دارد امواج مغناطیسی در نقاط مختلف از الگوی متفاوتی برخوردار هستند. با استفاده از تفاوت الگوی امواج مغناطیسی در داخل و خارج ساختمان می‌توان به تشخیص محیط پرداخت. اندازه‌گیری قدرت صوت در داخل و خارج ساختمان و مقایسه آنها باهم نیز می‌تواند یک‌راه تشخیص محیط باشد.

منابع و مآخذ

1- Badiru, A. B., & Cheung, J. (2002). Fuzzy engineering expert systems with neural network applications (Vol. 11): John Wiley & Sons.

2- Bonenberg, L. K., Hancock, C., & Roberts, G. W. (2013). Locata performance in a long term monitoring. Journal of Applied Geodesy, 280-271 ,(4)7.

3- Brandl, M., Posnicek, T., & Kellner, K. (2016). Position estimation of RFID-based sensors using SAW compressive receivers. Sensors and Actuators A: Physical, 284-277 ,244.

4- Cheng, J., Yang, L., Li, Y., & Zhang, W. (2014). Seamless outdoor/indoor navigation with WIFI/GPS aided low cost Inertial Navigation System. Physical Communication, 43-31 ,13.

5- Contreras, D., Castro, M., & de la Torre, D. S. (2017). Performance evaluation of bluetooth low energy in indoor positioning systems. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies, 1)28), e2864.

Archive of SID

www.SID.ir

6- Davidson, P., & Piché, R. (2017). A survey of selected indoor positioning methods for smartphones. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 1370-1347 ,(2)19.
7- Du, X., & Yang, K. (2017). A map-assisted WiFi AP placement algorithm enabling mobile device's indoor positioning. IEEE Systems Journal, 1475-1467 ,(3)11.
8- Grgac, I. (2017). Testing the possibilities of Locata positioning system for determination of long and short term displacements of constructions. Paper presented at the INGENIEURVERMESSUNG 17.
9- Huang, C.-H., Lee, L.-H., Ho, C. C., Wu, L.-L., & Lai, Z.-H. (2015). Real-Time RFID Indoor Positioning System Based on Kalman-Filter Drift Removal and Heron-Bilateration Location Estimation. IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, 739-728 ,(3)64.
10- Ivaničić, M. (2018). Influence of different Locata network configurations on positioning accuracy. Geodetski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
11- Jia, J., Xu, G., Pei, X., Cao, R., Hu, L., & Wu, Y. (2015). Accuracy and efficiency of an infrared based positioning and tracking system for patient set-up and monitoring in image guided radiotherapy. Infrared Physics & Technology, 31-26 ,69.
12- Khalajmehrabadi, A., Gatsis, N., & Akopian, D. (2017). Modern WLAN fingerprinting indoor positioning methods and deployment challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2002-1974 ,(3)19.
13- Küpper, A. (2005). Location-based services: fundamentals and operation: John Wiley & Sons.
14- Li, X., Zhang, P., Guo, J., Wang, J., & Qiu, W. (2017). A New Method for Single-Epoch Ambiguity Resolution with Indoor Pseudolite Positioning. Sensors, 921 ,(4)17.
15- López, Y. Á., de Cos Gómez, M. E., & Andrés, F. L.-H. (2017). A received signal strength RFID-based indoor location system. Sensors and Actuators A: Physical, ,255 133-118.
16- Montillet, J.-P., Bonenberg, L. K., Hancock, C. M., & Roberts, G. W. (2014). On the improvements of the single point positioning accuracy with Locata technology. GPS solutions, 282-273 ,(2)18.
17- Nur, K., Feng, S., Ling, C., & Ochieng, W. (2013). Integration of GPS with a WiFi high accuracy ranging functionality. Geo-spatial Information Science, ,(3)16 168-155.
18- Rizos, C. (2013). Locata: A positioning system for indoor and outdoor applications where GNSS does not work. Paper presented at the Proceedings of the 18th Association of Public Authority Surveyors Conference.
19- Saengwongwanich, N., Chundi, X., Jingnong, W., & Boonsrimuang, P. (2014). Indoor/outdoor switching algorithm based on wi-fi receive signal strength and gps. Paper presented at the 2014 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN2014).
20- Song, X., Li, X., Tang, W., & Zhang, W. (2016). A fusion strategy for reliable vehicle positioning utilizing RFID and in-vehicle sensors. Information fusion, -76 ,31 86.
21- Wang, J. (2002). Pseudolite applications in positioning and navigation: Pro-gress and problems. Positioning, 0 ,(03)1.
22- Xu, H., Ding, Y., Li, P., Wang, R., & Li, Y. (2017). An RFID indoor positioning algorithm based on bayesian probability and k-nearest neighbor. Sensors, 1806 ,(8)17.
23- Yang, Z., Zhang, P., & Chen, L. (2016). RFID-enabled indoor positioning method for a real-time manufacturing execution system using OS-ELM. Neurocomputing, ,174 133-121.
24- Zhou, P., Zheng, Y., Li, Z., Li, M., & Shen, G. (2012). Iodetector: A generic service for indoor outdoor detection. Paper presented at the Proceedings of the 10th acm conference on embedded network sensor systems.
25- Zou, H., Chen, Z., Jiang, H., Xie, L., & Spanos, C. (2017). Accurate indoor localization and tracking using mobile phone inertial sensors, WiFi and iBeacon. Paper presented at the Inertial Sensors and Systems (INERTIAL), 2017 IEEE International Symposium on.
26- Zou, H., Xie, L., Jia, Q.-S., & Wang, H. (2014). Platform and algorithm development for a rfid-based indoor positioning system. Unmanned Systems, ,(03)2 291-279.]
27-2015, from http:// www. igcseict.info/ theory/ 7_2/ expert/

Archive of SID

www.SID.ir