پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۶
ص. ۹۶۰-۹۵۱
DOI: 10.22059/jhgr.2017.239408.1007521

پیاده‌سازی یک الگوریتم محیط آگاه در جانمایی شبکهٔ حسگرها به‌منظور بهینه‌سازی پوشش در یک محیط شهر هوشمند

میثم ارگانی* – استادیار گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشکدهٔ جغرافیا، دانشگاه تهران

چکیده

در سال‌های اخیر، شبکه‌های حسگر بی‌سیم در کاربردهای متعددی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. یکی از مسائل مهم مورد مطالعه در این شبکه‌ها، جایابی بهینهٔ حسگرها به‌منظور دستیابی به بیشینهٔ مقدار پوشش شبکه در ارتباط با کاربرد تعریف‌شدهٔ شبکهٔ حسگر در شهرهای هوشمند است. اطلاعات متنی (CI) حسگرها از جمله مشخصات و وضعیت حسگر در شبکه، نحوهٔ ارتباط بین حسگرها، اطلاعات محیط پیرامونی آن‌ها در جانمایی و انجام مأموریت حسگر و نیز پدیده‌های فیزیکی مرتبط با شبکهٔ حسگر در شهرهای هوشمند که می‌توانند موجب اختلال در انجام مأموریت محول شده به شبکهٔ حسگرها شوند، به همراه ارتباطات بین آن‌ها، از عواملی هستند که مطالعهٔ آن‌ها به جایابی بهینهٔ شبکه‌های حسگر منجر می‌شود. پیچیدگی محیط مورد سنجش توسط حسگرها، با وجود موانع گوناگون، ممکن است به عدم پوشش مناطق مختلف در شبکه‌های حسگر منجر شود. از این‌رو، یک مسئلهٔ اساسی در یک شبکهٔ حسگر، بهینه‌سازی پوشش مکانی آن است. در گذشته، چندین الگوریتم بهینه‌سازی محلی و سراسری توسعه‌یافته در این رابطه، به‌کار گرفته می‌شدند. در این مقاله، برای بهینه‌سازی جانمایی شبکهٔ حسگرها از یک الگوریتم محیط آگاه[1] با مزیت درنظرگرفتن انواع مختلف اطلاعات متنی یا محیطی و براساس کاربردهای خاص شبکه، به‌صورت مستقل از هر CI، استفاده شده است. درنهایت، نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش انواع مختلف CI، بیانگر کارآمدی الگوریتم پیشنهادی در جانمایی بهینهٔ سنسورها با استفاده از جنبه‌های مختلف اطلاعات متنی است.

واژه‌های کلیدی: اطلاعات متنی، الگوریتم محیط آگاه، بهینه‌سازی، جایابی حسگر، محیط شهری.

* ۶۱۱۱۳۶۸۲
Email: argany@ut.ac.ir

1. Context-Aware

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر، شبکه‌های حسگر به‌طور گسترده برای کاربردهای مختلف مانند پایش محیط‌زیست، ردیابی اجسام درحال حرکت، توسعهٔ شهرهای هوشمند، حمل‌ونقل هوشمند، و... استفاده شده است (نیتل، ۲۰۰۹). یک شبکهٔ حسگر از دستگاه‌های بی‌سیم متعدد مستقر در منطقهٔ مورد نظر تشکیل می‌شود (لوئیس، ۲۰۰۴). با وجود پیشرفت در فناوری شبکه‌های حسگر، بهره‌وری از یک شبکهٔ حسگر برای جمع‌آوری اطلاعات و ایجاد ارتباطات بین آن‌ها ممکن است با محدودیت‌های جایابی گره‌های حسگر در شبکه مواجه شود (اوروتیا، ۲۰۰۰). این محدودیت‌ها، ممکن است شامل محدودهٔ سنجش، عمر باتری، توانایی اتصال، حافظه و قابلیت محاسبات محدود باشد (اکبرزاده و دیگران، ۲۰۱۲). این محدودیت‌ها، مشکلات چالش‌برانگیزی را برای کاربران شبکه‌های حسگر در شهرهای هوشمند به‌وجود آورده است که سبب شده تا محققان رشته‌های مختلف در سال‌های اخیر، به مطالعهٔ مسائل مختلف مربوط به طراحی و جایابی بهینهٔ شبکه‌های حسگر بی‌سیم در شهرها بپردازند (وانگ و دیگران، ۲۰۰۶). همچنین زمانی‌که شبکه‌های حسگر به مدل‌سازی، تشخیص و نظارت بر پارامترهای محیط شهری می‌پردازند، با برخی محدودیت‌ها مواجه می‌شوند. عناصر محیطی شهری مانند موانع ارتباطی که در هر دو حالت ایستا و پویا، مانع انجام کامل مأموریت حسگرها در ایجاد پوشش شبکه می‌شوند، باید به‌صورت واقع‌بینانه‌ای در جایابی شبکه‌های حسگر درنظر گرفته شوند. مفهوم جانمایی بهینهٔ حسگر در شبکهٔ حسگرها، شامل تعیین نوع حسگر قابل‌استفاده در شبکه با توجه به نوع کاربرد تعریف‌شدهٔ آن، نحوهٔ چیدمان و موقعیت قرارگیری حسگر و نیز چگونگی این توزیع است (تای و دیگران، ۲۰۰۸). برای مثال، تغییر موقعیت مکانی و جهت‌گیری حسگر نسبت به عوارض محیط، به‌منظور پایش پارامترهای تعریف‌شدهٔ شهر هوشمند از جمله این عناصر هستند (لوسکری و دیگران، ۲۰۱۴). نمونه‌های دیگر از این عناصر عبارت‌اند از: اطلاعات متنی[1] (CI) محیط شبکهٔ حسگرها و نیز پارامترهای فیزیکی محیط شبکه که لازم است در الگوریتم‌های بهینه‌سازی درنظر گرفته شوند؛ بنابراین، لازم است که چنین اطلاعاتی را که به جایابی بهینه شبکه حسگر منجر می‌شود، استفاده و به الگوریتم بهینه‌سازی معرفی شوند. برای این منظور در مناطق شهری، نیاز به معرفی مدل‌های مربوط به نوع پدیده‌ها، دسترسی یا دسترسی-نداشتن منطقهٔ مشاهده، شرایط محیطی، روابط مکانی، دردسترس‌بودن اطلاعات و... است (رموزی و دیگران، ۲۰۱۲). پیچیدگی‌های شهری در محیط سنجش، با وجود موانع گوناگون ممکن است به عدم پوشش مناطق مختلف شهر در شبکه‌های حسگر منجر شود. درنتیجه، جایابی حسگر روی چگونگی پوشش بهینهٔ منطقه به‌وسیلهٔ حسگرها و هزینه برای ساخت شبکه، تأثیر می‌گذارد (چن و کوتسوکس، ۲۰۰۷). از این‌رو، بهینه‌سازی پوشش مکانی شبکهٔ حسگرها با توجه به نکات ذکرشده، تبدیل به یک مسئلهٔ اساسی در مسائل مربوط به شهرهای هوشمند شده است. تعدادی الگوریتم بهینه‌سازی توسعه‌یافته، در سال‌های اخیر برای مواجه‌شدن با این معیار، به‌کار گرفته شده است (عزیز و دیگران، ۲۰۰۹؛ احمد و دیگران، ۲۰۰۵؛ گش و دیگران، ۲۰۰۸؛ هوانگ و دیگران، ۲۰۰۵؛ مگریان و دیگران، ۲۰۰۵؛ مگوئردیچیان و دیگران، ۲۰۰۵). بسیاری از این الگوریتم‌ها، اغلب روی مدل‌های سادهٔ حسگر و شبکه و بدون توجه به معیارهای هوشمندسازی شهرها، تکیه می‌کنند (ارگانی و دیگران، ۲۰۰۱). علاوه‌بر این، آن‌ها اطلاعات محیط شهری مانند مدل‌های زمین، موانع ارتباطی مصنوعی موجود در محیط مانند ساختمان‌ها، موانع طبیعی مثل درختان و پوشش گیاهی یا عوامل بازدارندهٔ موضوعی نظیر ممنوعیت نصب حسگر در یک مکان خاص را در فرایند بهینه‌سازی خود درنظر نمی‌گیرند (کریمی‌پور و دیگران، ۲۰۱۴). تأثیر کیفیت مجموعه داده‌های اولیهٔ مورد استفاده برای جایابی حسگر در شبکهٔ محیط شهری، جنبه دیگری از پیچیدگی شبکه‌های حسگر بی‌سیم است (ارگانی و دیگران، ۲۰۱۲). از این‌رو، انتخاب روش

1. Contextual Information

Archive of SID

www.SID.ir

جایابی حسگرها و دقت داده‌های مورد نیاز برای راه‌اندازی یک شبکهٔ حسگر در شیوه‌ای مطلوب، با توجه به فراوانی الگوریتم‌های جایابی در دسترس و همچنین طراحی یک شبکهٔ سازگار، قابل‌اعتماد و قوی با توجه به نیازها و ویژگی‌های شهرهای هوشمند امروزی دشوار است و مطالعهٔ شبکه‌های حسگر بی‌سیم را به یک کار چالش‌برانگیز تبدیل می‌کند که نیاز به دانش و تخصص چند رشته‌ای خواهد داشت.

روش پژوهش

براساس مسائل ذکرشده در شبکه‌های حسگر، این مقاله یک روش نوین برای بهبود فرایندهای جایابی حسگرها براساس ترکیب اطلاعات مکانی و دانش محیطی شهری با الگوریتم‌ها و روش‌های بهینه‌سازی موجود ارائه می‌دهد. برای رسیدن به این هدف، روش زیر که شامل سه قسمت خاص است، تعریف شده است. اول، یک چارچوب مفهومی برای یکپارچه‌سازی اطلاعات متنی در فرایندهای جایابی شبکهٔ حسگر ارائه می‌شود. سپس، یک الگوریتم بهینه‌سازی محیط آگاه محلی براساس چارچوب پیشنهادی توسعه می‌یابد. روش‌های توسعه‌یافته، یک الگوریتم محلی عمومی برای جایابی حسگر است که اطلاعات متنی مکانی، زمانی و موضوعی را در موقعیت‌های مختلف می‌پذیرد. سپس، تجزیه و تحلیل ارزیابی دقت و انتشار خطا به‌منظور تعیین تأثیر دقت و صحت اطلاعات متنی با روش بهینه‌سازی شبکه‌های حسگر پیشنهادی انجام شده است.

۱. یک چارچوب محیط آگاه مفهومی برای جایابی شبکهٔ حسگر در یک محیط شهری

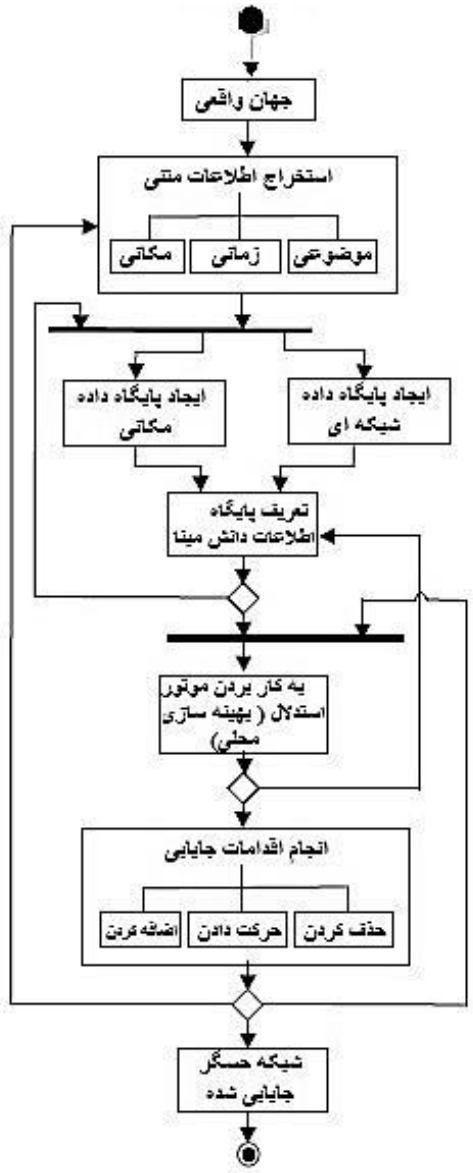
بسیاری از پارامترها به‌طور مستقیم بر پوشش تأثیر می‌گذارد. برای مثال، این پارامترها روابط توپولوژیک بین خود حسگرها در شبکه، فعل‌وانفعالات بین حسگر و عوامل محیط شهری و ارتباط میان عناصر محیطی با خودشان است. در اینجا، این اطلاعات و روابط، اطلاعات متنی (CI) شبکه نامیده می‌شوند. به‌طور خاص، CI وابستگی‌های مکانی بین گره‌های همسایه، گره‌ها و موانع، موانع با خودشان و وابستگی زمانی بین حرکت گره‌ها در روند جایابی را تعریف می‌کنند. اصطلاح CI در چارچوب پیشنهادی برای پیداکردن موقعیت‌های بهینهٔ گره‌های حسگر، برای پرکردن مناطق بدون پوشش و همچنین تصمیم‌گیری در مورد اقدامات مقتضی حسگر به‌منظور هدایت بهتر در جایابی شبکه‌های حسگر، استفاده می‌شود. چارچوب محیط آگاه مفهومی پیشنهادی، شامل مراحل زیر است:

اول CI مناسب از دنیای واقعی استخراج می‌شود. پس از معرفی CI به چارچوب، پایگاه داده‌های مکانی و شبکه‌ای ایجاد می‌شوند. پایگاه دادهٔ مکانی شامل CI مربوط به محیط فیزیکی شهر است؛ درحالی‌که پایگاه دادهٔ شبکه‌ای شامل CI متعلق به پیکربندی و روابط حسگر است. بر این اساس، یک پایگاه اطلاعاتی دانش مبنا با درنظرگرفتن هر دو پایگاه، داده‌ها تعریف می‌شود. در مرحلهٔ بعد، یک موتور استدلال با استفاده از اطلاعات پایگاه اطلاعات دانش مبنای تعریف‌شده، اعمال می‌شود. درنتیجه، الگوریتم بهینه‌سازی نیز بر اساس CI محلی تعریف‌شده، در موضوع مشخص مورد مطالعه تعریف و پیکربندی می‌شود. سپس، قوانین استخراج‌شده از موتور استدلال، همراه با روش بهینه‌سازی تعیین‌شده، به‌کار برده می‌شوند تا اقدامات جایابی محیط آگاه اجرا شوند. این اقدامات ممکن است به حرکت، حذف یا اضافه‌کردن حسگر در شبکه منجر شود. این اقدامات می‌توانند توپولوژی شبکه، پیکربندی گره‌های مجاور و درنتیجه، پوشش محلی را نیز تغییر دهند. درنتیجه، این تغییرات ممکن است CI محلی به‌روز شود؛ بنابراین، اطلاعات در پایگاه اطلاعاتی دانش مبنا نیز تغییر می‌کنند و بدین‌ترتیب، این فرایند به‌صورت تکراری ادامه می‌یابد. این روش یک الگوریتم تکرارشونده است و این اقدامات تا رسیدن به سطح موردنظر از جایابی، ادامه خواهند داشت. روند بهینه‌سازی محلی در این روش، بدین‌معنی است

Archive of SID

www.SID.ir

که ساختار شبکه به‌صورت محلی در هر مرحله تغییر می‌کند تا بهترین پوشش با توجه به اطلاعات متنی مکانی، زمانی و موضوعی در شبکه به‌دست آید (شکل ۱).



شکل ۱. فلوچارت بهینه‌سازی جایابی شبکهٔ حسگر به روش محیط آگاه

منبع: نگارنده

۲. الگوریتم بهینه‌سازی محیط آگاه محلی برای جایابی شبکه‌های حسگر

با توجه به چارچوب پیشنهادی برای جایابی شبکه‌های حسگر، یک الگوریتم بهینه‌سازی محلی برای مقابله با مشکل جایابی حسگر و به حداکثررساندن پوشش مکانی شبکه در یک محیط شهری، توسعه داده شده است. در الگوریتم توسعه‌یافته، حسگرها در یک صف اولویت‌بندی، مرتب شده‌اند. پارامترهای اعطای اولویت به حسگرها در صف، براساس مقدار افزایش پوشش به‌دست‌آمده و به‌وسیلهٔ آن‌ها با درنظرگرفتن CI مختلف و مطابق با حرکت مرتبط آن حسگر در شبکه است. یعنی حسگری که بالاترین مقدار بهبود پوششی با حرکت خود در شبکه ایجاد کرده است، دارای بیشترین امتیاز می‌شود و در بالای صف قرار می‌گیرد و بدین‌ترتیب، سایر حسگرها اولویت‌بندی می‌شوند. نوع حرکت حسگرها در شبکه، به نوع CI محلی تعریف‌شده و همچنین نوع کاربرد و هدف گسترش شبکه در محیط شهری بستگی دارد. با

www.SID.ir

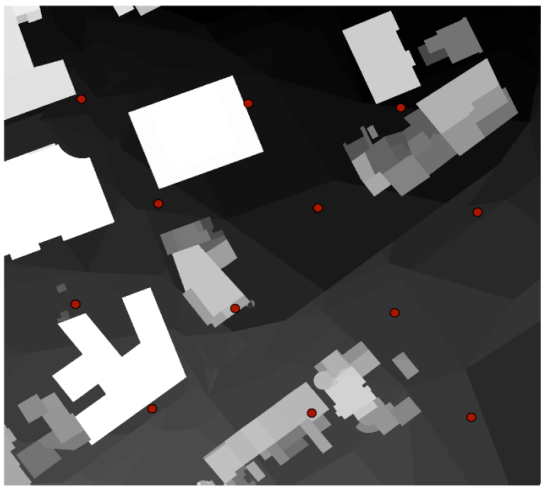
حرکت بالاترین حسگر از صف، ساختار شبکه و موقعیت حسگرها در صف بروز می‌شوند. در مرحلهٔ بعد، پوشش به‌دست‌آمده از حسگرهای همسایه ناشی از حرکت حسگر اصلی، دوباره محاسبه‌شده و ترتیب آن‌ها در صف اولویت بروز می‌شوند. در تکرار بعدی، بالاترین حسگر (حسگر جدید و نه همان قبلی) از صف انتخاب می‌شود تا حرکت کند، و بدین-ترتیب، جایابی حسگرها یکی پس از دیگری انجام خواهد شد. این فرایند بهینه‌سازی، به‌صورت تکراری و تا زمانی که یکی از معیارهای توقف فرابرسد، ادامه خواهد داشت.

۳. تأثیر کیفیت اطلاعات مکانی شهری روی جایابی شبکه‌های حسگر

الگوریتم‌های بهینه‌سازی جایابی حسگر که در آزمایش به‌کاربرده شده‌اند، از اطلاعات مکانی در محیط‌های شهری برای محاسبه پوشش مکانی استفاده می‌کنند. اشیای مرئی (در دیدرس حسگر) و نامرئی (پنهان از دید حسگر) شناسایی و بدین-ترتیب، مناطق پوشش داده‌شده و بدون پوشش در منطقهٔ مورد نظر تعریف می‌شوند. کیفیت داده‌های مکانی، تأثیر مستقیی بر برآورد این مقادیر می‌گذارند. برای مطالعهٔ تأثیر کیفیت اطلاعات مکانی روی جایابی شبکه‌های حسگر، از میان عناصر مختلف کیفیت داده‌ها، دقت مکانی[1] و کامل‌بودن داده[2] انتخاب شده‌اند تا تأثیر مستقیم آن‌ها روی برآورد قابلیت دید، مطالعه شوند. دقت مکانی ممکن است به‌عنوان یک جابجایی کوچک در موقعیت اشیا که می‌توانند به‌صورت افقی یا عمودی یا هر دو باشد، ارائه شود. حتی یک بی‌دقتی چند سانتی‌متری در موقعیت افقی یا عمودی از اشیا یا حسگرها می‌تواند خط دید بین حسگر و هدف را مسدود کند. همان استدلال ممکن است برای کامل‌بودن داده در پایگاه داده‌ها نیز استفاده شود.

بحث و یافته‌ها

منطقهٔ شهری مورد مطالعه در این مقاله، محله‌ای از مرکز شهر کبک در کشور کانادا، به‌عنوان یکی از شهرهای توسعه‌یافته دارای زیرساخت‌های شهر هوشمند، با ابعاد ۱۸۰ متر در ۱۷۰ متر است. برای انجام این آزمایش، جایابی ۱۲ حسگر به‌عنوان دوربین‌های ترافیکی با قابلیت چرخش ۳۶۰ درجهٔ افقی، ۹۰ ± درجهٔ عمودی، و محدودهٔ دید مؤثر ۳۵ متر و با توزیع منظم مثلثی در محیط، درنظر گرفته شده‌اند (شکل ۲).



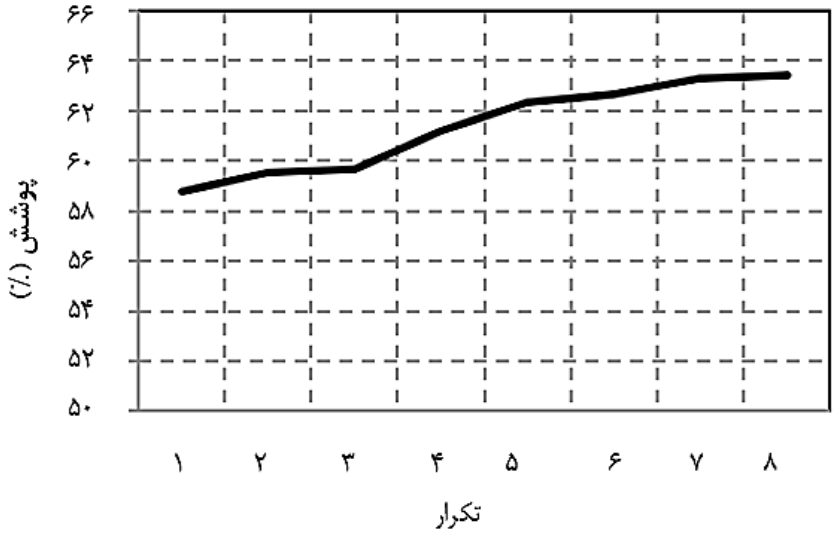
شکل ۲. موقعیت اولیهٔ حسگرها در شبکه با توزیع منظم مثلثی
منبع: نگارنده

1. Positional Accuracy
2. Completeness

Archive of SID

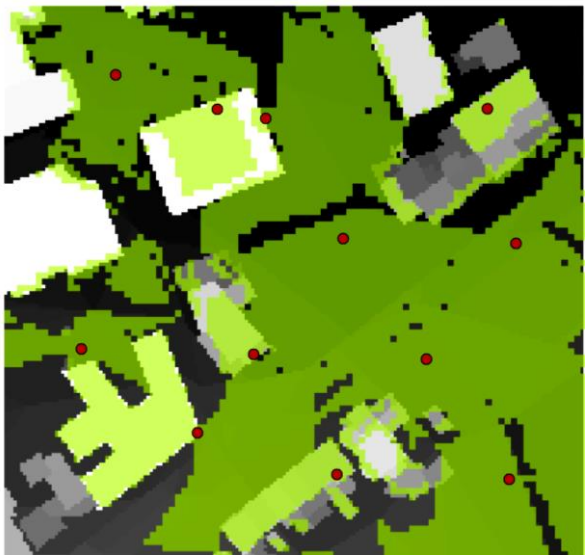
www.SID.ir

در این مطالعه، به‌عنوان اولین دستهٔ CI، مدل ارتفاعی منطقهٔ شهری و اطلاعات شبکه درنظر گرفته شده است. با داشتن مدل ارتفاعی زمین، اطلاعات ارتفاع اشیا و موانع در منطقهٔ مورد مطالعه و نیز محل‌های انسداد خط دید دوربین‌ها، قابل‌دسترس خواهند بود. شکل ۳، بهبود پوشش شبکه بعد از اجرای الگوریتم بهینه‌سازی و شکل ۴ موقعیت نهایی حسگر و مناطق تحت پوشش را نشان داده‌اند.



شکل ۳. بهبود پوشش با تکرارهای روش محیط آگاه، با توجه به مدل ارتفاعی زمین

منبع: نگارنده



شکل ۴. موقعیت نهایی حسگرها و پوشش شبکه بعد از اجرای الگوریتم بهینه‌سازی جایابی حسگرها به روش محیط آگاه، با توجه به مدل ارتفاعی زمین

منبع: نگارنده

ورود اطلاعات موضوعی به‌عنوان CI به الگوریتم، نوع بعدی CI مورد استفاده در بهینه‌سازی شبکهٔ حسگر است. برای مثال، چند نقطه از یک منطقهٔ شهری، ممکن است از نظر قانونی برای جایابی و نصب حسگرها ممنوعیت داشته باشند. با توجه به مناطق ممنوعه، بهینه‌سازی محیط آگاه و عملکرد حسگرها تغییر می‌کنند و حرکت‌های جدید تعریف

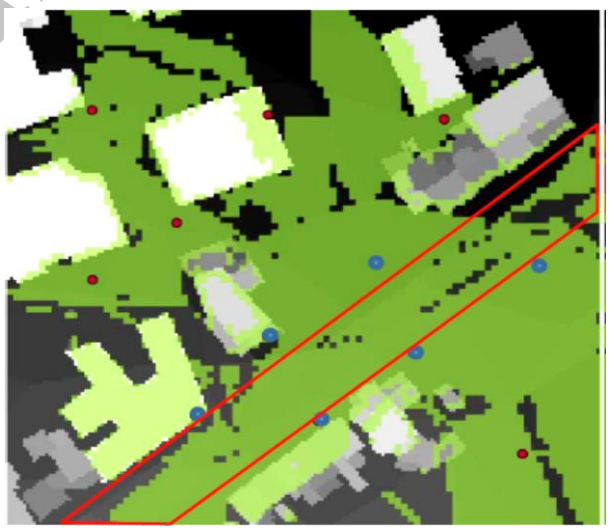
www.SID.ir

می‌شوند. برای ارزیابی الگوریتم و معرفی منطقهٔ ممنوعه، دو ساختمان و یک خیابان در منطقهٔ مورد مطالعه به‌عنوان مکان‌هایی که حسگر نمی‌تواند در آنجا نصب شود، درنظر گرفته شدند. شکل ۵، نتایج پوشش نهایی و جایابی حسگرها با توجه به این مناطق ممنوعه (مناطق قرمز) را نشان می‌دهد.

مطلوبیت پوشش، نوع دیگری از اطلاعات موضوعی است که می‌تواند در روند بهینه‌سازی درنظر گرفته شود. فرض کنید که بعضی نقاط در مناطق شهری وجود دارند که در آن‌ها حسگر نمی‌تواند نصب شود، اما یک علاقه و اولویت بالا در پوشش‌دادن این مناطق وجود دارد. به‌منظور بررسی این موضوع، یک خیابان در منطقهٔ مورد مطالعه به‌عنوان منطقه با لزوم وجود پوشش بالا معرفی شد؛ درحالی‌که آن منطقه برای جایابی و نصب حسگرها غیرمجاز تعریف شده است. شکل ۶ موقعیت نهایی حسگرها و منطقهٔ تحت پوشش آن‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۵. نقشهٔ پوشش و جایابی ۱۲ حسگر با استفاده از روش محیط آگاه، با توجه به خیابان و ساختمان به‌عنوان منطقهٔ ممنوعه (مناطق مرزی قرمز)

منبع: نگارنده

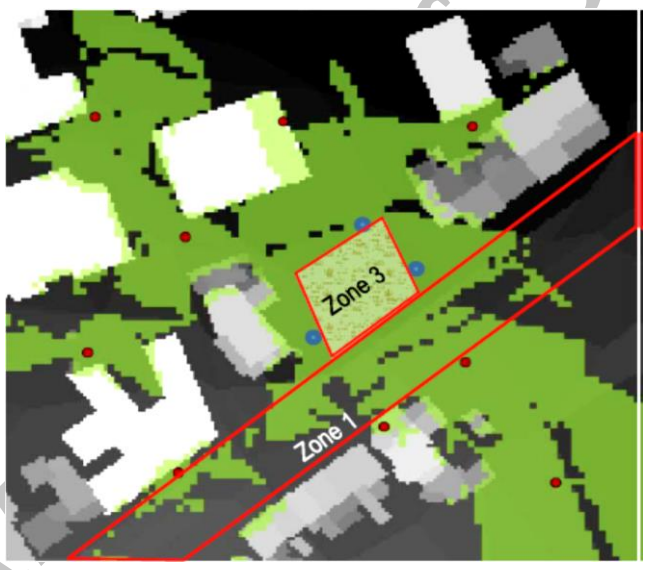


شکل ۶. نقشهٔ پوشش و جایابی ۱۲ حسگر با استفاده از روش محیط آگاه، با درنظرگرفتن خیابان به‌عنوان منطقهٔ مورد لزوم برای پوشش‌دادن و ممنوعه برای ورود حسگر (مرز قرمز رنگ)

www.SID.ir

جایابی حسگر در قسمتی از شهر با توجه به وجود عناصر حساس و بسیار مهم به‌لحاظ ایجاد پوشش، سطح بعدی CI موضوعی از الگوریتم محیط آگاه است. فرض کنید یک عنصر مهم برای جلوگیری از هرگونه دسترسی ناخواسته با فعالیت اندکی در محیط و در کنار یک خیابان با سطح بالایی از فعالیت‌ها واقع شده است، بررسی شود. در این حالت، علاقه‌ای برای نظارت بر هر رسوخ در منطقهٔ محصورشده وجود دارد (Zone 3)، اما حسگرها همیشه به‌دلیل ترافیک یا فعالیت‌های دیگر در خیابان (Zone 1)، فعال نیستند. شکل ۷ موقعیت نهایی حسگر و مناطق تحت پوشش را با توجه به فعالیت‌های محیطی به‌عنوان CI، نشان می‌دهد.

درنهایت، به‌منظور بررسی تأثیر موضعی دقت و کامل‌بودن مجموعهٔ داده روی پوشش مکانی یک شبکهٔ حسگر، ۵ نقشهٔ رستری با قدرت تفکیک‌های مختلف از مناطق مشابه، آماده شدند. تغییر رزولوشن از ۵۰۰ سانتی‌متر (کیفیت پایین) تا ۵۰ سانتی‌متر (با وضوح بالا) بوده و یک نقشه با وضوح ۱۰ سانتی‌متر نیز به‌عنوان مجموعه دادهٔ مرجع، برای معتبرساختن نتایج درنظر گرفته شده است. همهٔ نقشه‌ها از مناطق مشابه که در آزمون‌های قبلی انجام شده‌اند، هستند. آزمایش، شامل جایابی هشت حسگر با توجه به دستهٔ اول CI (یعنی مدل ارتفاعی زمین) در داخل منطقهٔ مورد مطالعه است. جدول ۱ نتایج را نشان می‌دهد.



شکل ۷. نقشهٔ پوشش و جایابی ۱۲ حسگر با استفاده از روش محیط آگاه، با توجه به فعالیت در شبکهٔ منطقهٔ ۳: منطقه با فعالیت کم، اما با علاقهٔ بالا برای پوشش‌دادن

منبع: نگارنده

جدول ۱. نتایج به‌دست‌آمده از روش بافت-آگاه، با درنظرگرفتن مدل زمین

میانگین پوشش با قدرت تفکیک بیش از ۱۰ سانتیمتر (٪)	بهترین پوشش از بهترین پیکربندی با قدرت تفکیک بیش از ۱۰ سانتیمتر (٪)	بهترین پوشش (٪)	میانگین پوشش (٪)	قدرت تفکیک (cm)
۴۲/۲۱	۴۳/۱۴	۴۷/۱۹	۴۵/۵۵	۵۰۰
۴۵/۳۷	۴۵/۸۷	۵۱/۰۷	۴۷/۸۳	۳۰۰
۴۰/۵۱	۴۲/۴۳	۴۳/۸۲	۴۰/۰۶	۲۰۰
۴۲/۸۳	۴۴/۲۵	۴۵/۷۷	۴۴/۳۸	۱۰۰
۴۴/۳۲	۴۵/۶۴	۴۸/۱۶	۴۶/۵۹	۵۰

منبع: نگارنده

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

هدف از این مقاله، ایجاد یک فرایند بهینه‌سازی بیش‌ازحد پیچیده، نبوده است، بلکه یافتن یک روش انعطاف‌پذیر است که توانسته به‌صورت محلی تمام اطلاعات شهری مرتبط که تأثیری روی جایابی حسگر دارد را درنظر بگیرد. برای این کار، یک چارچوب بهینه‌سازی محلی معرفی شد. الگوریتم بهینه‌سازی توسعهٔ داده‌شده، می‌تواند با پیکربندی‌های مختلف جایابی حسگر با توجه به شرایط مختلف زمانی، مکانی و موضوعی، اطلاعات محیطی شهری یا پارامترهای حسگر را درنظر بگیرد. درنتیجه، اگر هرگونه تغییر در پارامترهای حسگر یا محیط وجود داشته باشد، الگوریتم محیط آگاه می‌تواند به‌سادگی در ورودی اطلاعات متنی جدید و بازسازی طراحی جدید جایابی حسگر با وضعیت جدید، وفق داده شود. مزیت برجستهٔ الگوریتم محیط آگاه، پیشنهادی به طراحی آن مستقل از هر نوع CI خاص است؛ بنابراین، این الگوریتم قادر به پذیرفتن انواع مختلف اطلاعات شهری براساس کاربردهای خاص شبکه و موضوعات شهری مورد علاقهٔ محققان برای مطالعه است. از جمله عناصر شهری بررسی‌شده، می‌توان مدل ارتفاعی زمین، اطلاعات ارتفاع اشیا و موانع در منطقهٔ مورد مطالعه و نیز محل‌های انسداد خط دید دوربین‌ها، اطلاعات موضوعی نظیر محدودیت‌های قانونی در نصب حسگر برای اماکن خاص، مطلوبیت پوشش به معنی علاقه و اولویت بالا در ایجاد پوشش یک منطقه شهری، وجود عناصر حساس و مهم در شهر نظیر بررسی دسترسی‌های ناخواسته به برخی مناطق مهم شهری را نام برد که همگی در این مقاله مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده با واقعیت و هدف طراحی شبکه همخوان هستند و درنهایت، در بررسی دقت به‌عمل‌آمده، الگوریتم پیشنهادی عملکرد مثبتی را نشان می‌دهد. در مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود که سطوح پیچیده‌تری از اطلاعات موضوعی و متنی تعریف شود. با توجه به عدم وابستگی مدل پیشنهادی به نوع CI معرفی‌شده، پیکربندی حسگرها با توجه به شرایط پیچیده‌تر بررسی شوند.

منابع

1. Ahmed, N., Kanhere, S. and Jha, S., 2005, **The Holes Problem in Wireless Sensor Networks: A Survey**, ACM SIGMOBILE Mob, Comput. Commun, Rev, No. 1, PP. 1- 14.

2. Akbarzadeh, A. et al, 2012, **Probabilistic Sensing Model for Sensor Placement Optimization Based on Line-of-Sight Coverage**, IEEE transactions on instrumentation and measurement, Vol. 99, PP. 1- 11. *(In Persian)*

3. Argany, M. et al, 2012, **I Mpact Of The Quality Of Spatial 3d City Models On Sensor Networks**, *Geomatica*, Vol. 66, No. 4, PP. 291- 305.

4. Argany, M. et al, 2001, **A GIS Based Wireless Sensor Network Coverage Estimation and Optimization: A Voronoi Approach**, Trans. Comput, Sci. XIV, Vol. 6970, PP. 151- 172.

5. Aziz, N., Aziz, K. and Ismail, W., 2009, **Coverage Strategies for Wireless Sensor Networks**, World Acad. Sci. Eng. Technol, Vol. 50, PP. 145- 150. *(In Persian)*

6. Chen, J. and Koutsoukos, X., 2007, **Survey on Coverage Problems in Wireless ad Hoc Sensor Networks**, in *IEEE SouthEastCon***.**

7. Ghosh, A., Das, S. K., 2008, **Coverage and Connectivity Issues in Wireless Sensor Networks: A Survey**, *Pervasive Mob, Comput*, Vol. 4, PP. 303- 334.

8. Huang, C., Tseng, Y., 2005, **A Survey of Solutions to the Coverage Problems in Wireless Sensor Networks**, *J. Internet Technol*, No. 1, PP. 1- 9.

9. Karimipour, F., Argany, M. and Mostafavi, M. A., 2014, **Spatial Coverage Estimation and Optimization in GeoSensor Networks Deployment.**, In: Ibrahiem M, El Emary M, Ramakrishnan S. (ed(s)), Wireless Sensor Networks: Theory and Application, PP. 59- 84. *(In Persian)*

Archive of SID

www.SID.ir

10. Lewis, F. L., 2004, **Wireless Sensor Networks**, Smart Environ. Technol, Protoc, Appl, PP. 1- 18.

11. Loscrí, V. et al, 2014, **Efficient coverage for grid-based mobile wireless sensor networks**. In Proceedings of the 11th ACM Symposium on Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc, Sensor, and Ubiquitous Networks (PE-WASUN'14), Montreal, QC, Canada.

12. Megerian, S., Koushanfar, F. and Potkonjak, M., 2005, **Srivastava, M.B. Worst and best-case coverage in sensor networks,** IEEE Trans. Mob. Comput., Vol. 4, PP. 84- 92.

13. Meguerdichian, S., Koushanfar, F. and Potkonjak, M., 2001, **Srivastava, M.B. Coverage Problems in Wireless ad-hoc Sensor Networks**, In Proceedings of the Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Society (IEEE INFOCOM 2001), Anchorage, AK, USA, 22–26 April 2001, Vol. 3, PP. 1380- 1387.

14. Nittel, S., 2009, **A Survey of Geosensor Networks: Advances in Dynamic Environmental Monitoring**, Sensors (Basel), Vol. 9, No. 7, PP. 78- 5664.

15. Romoozi, M., Ebrahimpour-komleh, H., 2012, **A Positioning Method in Wireless Sensor Networks Using Genetic Algorithms,** In Proceedings of 2012 International Conference on

16. Medical Physics and Biomedical Engineering (ICMPBE2012), Singapore, PP. 174- 179. *(In Persian)*

17. Thai, M.T. et al, 2008, **Coverage problems in Wireless Sensor Networks: Designs and Analysis,** Int. J. Sens. Netw, No. 3, PP. 191- 203.

18. Urrutia, J., 2000, **Art Galleries and Illumination Problems,** In Handbook on Computational Geometry; Elsevier Sciences Publisher; New York, NY, USA, Chapter 22, PP. 973- 1026.

19. Wang, G., Cao, G. and la Porta, T., 2006, **Movement-assisted Sensor Deployment,** IEEE Trans, Mob. Comput, No. 5, PP. 640- 652.

Archive of SID

www.SID.ir