

دانشكده مهندسي برق

بهبود دقت موقعیت‌یابی مبتني بر RSS با استفاده از الگوریتم‌های يادگيري گروهي

پايان‌نامه براي دريافت درجه کارشناسی‌ارشد

در رشته مهندسي برق گرايش کنترل

نام دانشجو

حمید عرب سرخی

استاد راهنما:

دكتر سعید عباداللهی

خردادماه 1403



دانشكده مهندسي برق

بهبود دقت موقعیت‌یابی مبتني بر RSS با استفاده از الگوریتم‌های يادگيري گروهي

پايان‌نامه براي دريافت درجه کارشناسی‌ارشد

در رشته مهندسي برق گرايش کنترل

نام دانشجو

حمید عرب سرخی

استاد راهنما:

دكتر سعید عباداللهی

خردادماه 1403



تأييديه‌ی هیئت داوران جلسه‌ي دفاع از پايان‌نامه/رساله

نام دانشكده:

نام دانشجو:

عنوان پايان‌نامه يا رساله:

تاريخ دفاع:

رشته:

گرايش:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| رديف | سمت | نام و نام خانوادگي | مرتبه دانشگاهي | دانشگاه يا مؤسسه | امضا |
| 1 | استاد راهنما |  |  |  |  |
| 3 | استاد مشاور |  |  |  |  |
| 5 | استاد مدعو خارجي |  |  |  |  |
| 6 | استاد مدعو خارجي |  |  |  |  |

تأييديه‌ي صحت و اصالت نتايج

**باسمه‌تعالی**

اينجانب حمید عرب سرخی به شماره دانشجويي 400616148 دانشجوي رشته مهندسی برق گرایش کنترل مقطع تحصيلي کارشناسی‌ارشد تأييد مي‌نمايم كه كليه‌ی نتايج اين پايان‌نامه/رساله حاصل كار اينجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار ديگران را با ذكر كامل مشخصات منبع ذكر كرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخيص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاكم (قانون حمايت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تكثير كتب و نشريات و آثار صوتي، ضوابط و مقررات آموزشي، پژوهشي و انضباطي...) با اينجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مكتسب و تشخيص و تعيين تخلف و مجازات را از خويش سلب مي‌نمايم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگويي به اشخاص اعم از حقيقي و حقوقي و مراجع ذي‌صلاح (اعم از اداري و قضايي) به عهدة اينجانب خواهد بود و دانشگاه هيچ‌گونه مسئولیتی دراین‌خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگي:

امضا و تاريخ:

مجوز بهره‌برداري از پايان‌نامه

بهره‌برداري از اين پايان‌نامه در چهارچوب مقررات كتابخانه و باتوجه‌به محدوديتي كه توسط استاد راهنما به شرح زير تعيين مي‌شود، بلامانع است:

🞎 بهره‌برداري از اين پايان‌نامه/ رساله براي همگان بلامانع است.

🞎 بهره‌برداري از اين پايان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

🞎 بهره‌برداري از اين پايان‌نامه/ رساله تا تاريخ .................................... ممنوع است.

نام استاد راهنما: دکتر سعید عباداللهی

تاريخ:

امضا:

تشكر و قدرداني: (اختياري)

..........................................................................................................

چکیده

واژه‌های کلیدی:

فهرست مطالب

عنوان شماره صفحه

[فصل 1: مقدمه 1](#_Toc155543457)

[1˗1˗ پس‌زمینه 2](#_Toc155543458)

[1˗2˗ مروری بر کارهای انجام شده 3](#_Toc155543459)

[1˗3˗ بیان مسئله 5](#_Toc155543460)

[1˗4˗ اهداف و دستاوردهای پژوهش 6](#_Toc155543461)

[1˗5˗ مروری بر فصل‌های پایان‌نامه 7](#_Toc155543462)

[فصل 2: مفاهیم و تعاریف 8](#_Toc155543463)

[2˗1˗ مقدمه 9](#_Toc155543464)

[2˗2˗ مفاهیم و تعاریف موقعیت‌یابی 9](#_Toc155543465)

[2˗3˗ انواع داده در موقعیت‌یابی 9](#_Toc155543466)

[2˗4˗ فناوری‌های موقعیت‌یابی مبتنی بر RSS 9](#_Toc155543467)

[2˗5˗ روش‌های پایه در موقعیت‌یابی 9](#_Toc155543468)

[2˗6˗ الگوریتم‌های یادگیری ماشین 9](#_Toc155543469)

[2˗7˗ جمع بندی 10](#_Toc155543470)

[فصل 3: راهکارهای پیشنهادی بهبود دقت در تعیین موقعیت 12](#_Toc155543471)

[3˗1˗ مقدمه 13](#_Toc155543472)

[فصل 4: شبیه سازی و ارزیابی نتایج 14](#_Toc155543473)

[4˗1˗ مقدمه 15](#_Toc155543474)

[فصل 5: جمع‌بندی و پیشنهادها 16](#_Toc155543475)

[5˗1˗ جمع‌بندی 17](#_Toc155543476)

[5˗2˗ پیشنهادها 17](#_Toc155543477)

[مراجع 18](#_Toc155543478)

فهرست اشکال

عنوان شماره صفحه

[شکل (2˗1) محدوده دقت فناوری‌های موقعیت‌یابی برحسب استفاده در داخل یا خارج ساختمان 9](#_Toc155542964)

فهرست جداول

عنوان شماره صفحه

[جدول (2˗1) بررسی فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم مبتنی بر RSS برای موقعیت‌یابی داخلی [8] 10](#_Toc155542977)

فهرست علائم اختصاری

|  |  |
| --- | --- |
| Location Based Services | LBS |
| IPS Indoor Positioning System | IPS |
| Non-Line of Sight | NLoS |
| Line-of sight | LoS |
| Received Signal Strength | RSS |
| Received Signal Strength Index | RSSI |
| Time Difference of Arrival | TDoA |
| Time of Arrival | ToA |
| Channel State Information | CSI |
| Angel of Arrival | AoA |
| Global Positioning System | GPS |
| Ultra WideBand | UWB |
| Phase of Arrival | PoA |
| Phase Difference of Arrival | PDoA |
| Angel of Arrival | AoA |
| Angel Difference of Arrival | ADoA |
| Radio Frequency IDentification | RFID |
| Reference Signal Received Power | RSRP |
| Reference Signal Received Quality | RSRQ |
| Carrier-sense multiple access with collision avoidance | CSMA/CA |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. مقدمه
   1. پس‌زمینه

باتوجه‌به افزایش سریع تعداد گوشی‌های هوشمند و گسترش دستگاه‌های بی‌سیم مختلف در دهه گذشته، اینترنت اشیا (IoT) به‌عنوان یک حوزه بااهمیت برای انواع صنایع به وجود آمده است. نظارت بر ترافیک، دستگاه‌های قابل پوشش، مراقبت‌های بهداشتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی تنها چندین حوزه از بسیاری از زمینه‌های کاربردی مختلف برای IoT هستند. افزودن سیستم‌های مبتنی بر موقعیت (LBS) به چنین حوزه‌ی در حال توسعه‌ای، خدماتی با غنی‌ترین و دقیق‌ترین مشخصات را به کاربران نهایی ارائه می‌دهد.

فناوری‌های مبتنی بر موقعیت مانند GPS و Galileo به‌عنوان ابزارهای مهم و معتمد در سناریوهای فضای باز ثابت شده‌اند. بااین‌وجود، در فضای داخلی که نیاز به دقت بیشتری نسبت به دقت چند متری موقعیت‌یابی در فضای باز دارند، انتقال چندمسیره اطلاعات انتقالی، نقش حیاتی را در عملکرد سیستم موقعیت‌یابی ایفا می‌کند. GPS و Galileo به دلیل عملکرد ضعیف در محیط‌های داخلی استفاده نمی‌شود؛ بنابراین، فناوری‌هایی مانند Wi-Fi و BLE برای مواجهه با مسائل موقعیت‌یابی در داخل استفاده شوند که با مشکلات ایجاد شده توسط انتشار چندمسیره[[1]](#footnote-2) به دلیل وجود اشیا در هر اتاق مواجه است.

موقعیت‌یابی داخلی یک حوزه تحقیقاتی بوده که بیش از ۳۰ سال است موردمطالعه قرار گرفته و درعین‌حال، فناوری‌های جدید به طور مداوم در حال توسعه هستند. بسته به نوع سیگنال و محیط، برخی از فناوری‌های موقعیت‌یابی داخلی موجود نتایج بهتری ارائه می‌دهند. الزامات سیستمی مانند مصرف انرژی و پیچیدگی محاسباتی نیز نقش مهمی در تصمیم‌گیری در مورد استفاده از کدام تکنولوژی برای موقعیت‌یابی داخلی ایفا می‌کنند.

انگیزه‌ی معرفی یادگیری ماشین به‌عنوان تخمین‌گر مکان، توان فوق‌العاده‌ای است که این روش‌ها برای سازگاری با سناریوهای مختلف را دارد. این ویژگی‌ها، یادگیری ماشین‌ را در بسیاری از زمینه‌های کاربردی، از جمله مهندسی، اقتصاد، و حتی پزشکی، کارا می‌سازد. دلیل اصلی این جاذبه این است که یادگیری ماشین در اصل، آمار و مهندسی اعداد است که در هر جنبه‌ای از زندگی به شکل دادگان حضور دارند. استفاده از این دادگان برای بهبود درک یک سیستم از نحوه تولید یک خروجی، مفید است؛ زیرا سیستم نه‌تنها با داده سازگار می‌شود، بلکه نیز به‌وسیله آن یاد می‌گیرد که چگونه از طریق تنوع گسترده‌ای از روش‌های یادگیری ماشین که امروزه شناخته شده‌اند، داده را یاد بگیرد، پردازش کند و استفاده کند.

الگوریتم‌های یادگیری گروهی، یکی از مهم‌ترین راهکارهای بهبود عملکرد سیستم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین هستند. این الگوریتم‌ها باتوجه‌به مفهوم یادگیری توسط گروه یا جمعیت، به سیستم‌ها امکان می‌دهند تا از تجربیات و دانش گسترده‌تری بهره‌مند شوند. در این الگوریتم‌ها، یک گروه از مدل‌های یادگیری ماشین به طور هم‌زمان و همکاری با یکدیگر آموزش می‌بینند. این تعامل بین مدل‌ها، امکان به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات و تجربیات را فراهم می‌کند که می‌تواند به بهبود دقت و کارایی سیستم منجر شود [1].

رویکرد گروهی به سیستم اجازه می‌دهد تا از زمینه‌های گسترده‌تری اطلاعات جذب کرده و در مقابل مسائل ناشناخته، بهبود یابد. علاوه‌برآن، این الگوریتم‌ها می‌توانند در مواقعی که داده‌های محدودی در دسترس هستند، عملکرد بهتری نسبت به روش‌های تک مدل ارائه دهند. ازاین‌رو، الگوریتم‌های یادگیری گروهی به‌عنوان یک راهکار کلان و مؤثر در بهبود عملکرد سیستم‌های مبتنی بر یادگیری ماشین موردتوجه قرار گرفته‌اند.

* 1. مروری بر کارهای انجام شده

موقعیت‌یابی در مکان‌های سرپوشیده همواره با چالش‌های جدی چندمسیره شدن انتشار سیگنال، تضعیف سیگنال، حضور و یا عدم حضور افراد و اثرات تغییرات تدریجی محیط همراه بوده است که این چالش‌ها مانعی بر گسترش سیستم‌های مبتنی بر موقعیت شده است؛ لذا از سال میلادی1990 این موضوع به طور گسترده مورد تحقیق و توسعه پژوهشگران قرار گرفته است [2]. با رشد تکنولوژی و فناوری های ارتباطی بی سیم زمینه رشد در سیستم های موقعیت یابی نیز افزایش یافت. روش های مختلفی برای هر یک از این فناوری و متاسب با ویژگی های آن ارائه شده اند. روش های رایج تعیین محدوده مبتنی بر قدرت سیگنال دریافتی (RSS)، زمان ورود (ToA)، زمان ورود تفاضلی (TDoA)، زاویه رسیدن (AoA) و اطلاعات حالت کانال (CSI) پیشنهاد شده است مقالات مرتبط با این روش ها در [3] معرفی و بررسی شده اند.

در سال‌های اخیر، تکنیک‌های یادگیری ماشین در تعیین موقعیت مکان‌های سرپوشیده به کار رفته است و اثربخشی این تکنیک‌ها در استخراج داده، یادگیری و بهبود دقت موقعیت‌یابی مشاهده شده است [4]. این رویکردها نسبت به روش های سنتی ریاضی برای مسائل غیرخطی پیچیده که با معادلات دست نویس بسیار دشوار هستند، بسیار مؤثر است. تکنیک های یادگیری ماشین همچنین توانسته است راه حلی برای مقیاس پذیری مدل در فضاهای داخلی بزرگ را فراهم کند. چراکه مدل های یادگیرنده به راحتی می تواند با مجموعه داده های جدید به روزرسانی شود [4]–[6].

برخلاف رویکردهای آماری، الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌سهولت قابل‌گسترش هستند تا عملکرد پایداری را در شرایط محیطی مختلف ارائه کنند. ارائه مدل برای شرایط مختلف محیطی با استفاده از روش‌های یادگیری گروهی امکان‌پذیر است. ازاین‌رو گرایش به سمت استفاده از الگوریتم‌های یادگیری گروهی افزایش یافته است. چرا که این روش‌ها می‌توانند اطلاعات شرایط مختلف را تجمیع کنند و اعلام موقعیت را با دقت بیشتر انجام دهند. قابلیت یادگیری آنلاین نیز از دیگر مزایای استفاده از روش‌های یادگیری گروهی است و امکان تطبیق گام‌به‌گام با تغییرات محیطی را نیز فراهم می‌کند. درصورتی‌که این فرایند با روش‌های سنتی بسیار دشوار است [7] , [8]. بنابراین، تکنیک‌های یادگیری ماشین گروهی مانند Bagging و Boosting برای شرایط مختلف محیطی بسیار مناسب هستند.

در روش Bagging، [9] یک سیستم موقعیت‌یابی با رده‌بندی مبتنی بر دو روش Bagging و روش ترکیبی Bagging با فضای تصادفی استفاده کرده است. همچنین [10] یک سیستم موقعیت‌یابی داخلی بلادرنگ را با استفاده از Bagging و درخت تصمیم مبتنی بر یادگیری گروهی معرفی کرده است. در میان رده‌بندهای مختلف، جنگل تصادفی بهترین نتیجه را در دقت داشته است، بااین‌حال در بسته کردن برخی نمونه‌های آموزش ممکن است بارهاوبارها در کیسه‌های اشتباه طبقه‌بندی شوند. همچنین در برخی موارد جنگل تصادفی با تغییر کوچک در داده‌ها دچار تغییر در ساختار عظیم آن می‌شود و ناپایدار می‌گردد.

در روش Boosting [11] از یادگیرندگان ضعیف که به‌صورت متوالی بر اساس عملکرد یادگیرنده قبلی تولید می‌شوند استفاده کرده است. برخلاف روش Bagging نمونه‌ها با پیش‌بینی نادرست، در فرایند انتخاب احتمال انتخاب بیشتری را دارند. به طور مشابه در کارهای [12], [13] از یک مدل مبتنی بر روش AdaBoost برای تعیین موقعیت نامعلوم کاربر معرفی شده است. روش‌های Boosting پیچیدگی سیستم را افزایش می‌دهد، به‌علاوه روش AdaBoost به‌شدت نسبت به داده‌های نویزی حساس است و از داده‌های پرت بسیار متأثر می‌گردد.

جدا از این دو روش، برخی از تحقیقات نیز برای بهبود دقت موقعیت‌یابی با استفاده از ترکیب رده‌بندهای گوناگون یادگیری ماشین انجام شده است. به‌عنوان‌مثال در [14], [15] روی دادگان RSSI در شرایط مختلف جمع‌آوری شده است و بهبود دقت از حدود 58 درصد الی 85 درصد با به‌کارگیری چندین نوع از رده‌بندها به‌دقت حدودی 93 درصد رسیده است. در [16] با استفاده از یک الگوریتم وزن‌دهی ابداعی به رده‌بندهای KNN، SVM، دقت رده‌بندی به حدود 94 درصد رسیده است.

* 1. بیان مسئله

در یک سیستم تعیین موقعیت داخلی، کارکرد ساده و هزینه پایین، از معیار‌های اصلی سنجش عملکرد آن است؛ بنابراین باتوجه‌به فراگیری فناوری‌های Wi-Fi و BLE استفاده از این فناوری‌ها برای کاهش هزینه کارآمد است. در بین این دو فناوری نیز باتوجه‌به پوشش سیگنال فناوری Wi-Fi (در حدود ۵۰ الی ۱۰۰ متر) نسبت به پوشش سیگنال فناوری BLE (در حدود ۱۰ الی ۲۰ متر) در فضای داخلی بزرگ، فناوری Wi-Fi مورد استقبال بیشتری قرار گرفته است. باتوجه‌به ویژگی‌های سیگنال این دو فناوری، داده سطح توان سیگنال دریافتی (RSS) به دلیل سادگی در محاسبات و صرف هزینه پایین‌تر در پژوهش‌های گوناگون به کار رفته است. اما این ویژگی بسیار متأثر از شرایط محیطی است و با اندک تغییراتی در محیط قدرت سیگنال تغییر می‌کند. ازاین‌رو برای مواجهه با این موضوع، ناگزیر به استفاده از تکنیک‌هایی هستیم که بتواند اثرات این تغییرات را کنترل کند.

بهره‌گیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین به‌واسطه پتانسیل مدل‌سازی غیرخطی در تعیین موقعیت کاربر مورد توجه قرار گرفته است. همچنین مدل‌های به‌دست‌آمده از این الگوریتم‌ها می‌توانند در مقابل چالش‌های موجود اعم از تداخلات محیطی، محوشدگی چندمسیره شدن و غیره مقاومت خوبی نشان دهند. مدل‌های پایه یادگیری ماشین برخلاف روش‌های سنتی تخمین موقعیت بهتری در شرایط مختلف محیطی دارند، اما همچنان با تغییرات این شرایط محیطی، نیازمند کالیبراسیون دوره‌ای هستند.

هدف این پایان‌نامه استفاده از زیرمجموعه‌ای از الگوریتم‌های یادگیری با عنوان الگوریتم‌های یادگیری گروهی است که بتواند با شرایط مختلف محیطی، بهترین کارکرد را داشته باشد. الگوریتم‌های یادگیری گروهی با بهره‌گیری از نظر جمعی از مدل‌ها می‌تواند تصمیم بهتری در تبیین موقعیت کاربر اعلام کند. این مدل‌ها لزوماً موظف به اعلام بهترین پاسخ را اعلام نیستند؛ ازاین‌رو به آن‌ها یادگیرنده ضعیف[[2]](#footnote-3) می‌گویند.

نظر جمعی این یادگیرنده‌های ضعیف، یک سیستم با پاسخ مطلوب را نتیجه می‌دهد.

گرچه استفاده از الگوریتم‌های یادگیری گروهی سیستم را به سمت پاسخ مطلوب‌تر سوق می‌دهد، اما باید در نظر داشت که استفاده از آن‌ها، هزینه سخت‌افزاری بالایی را به همراه خواهد داشت و می‌تواند در سرعت پاسخ سیستم تعیین موقعیت اثر منفی بگذارد. چرا که تعداد زیاد یادگیرنده‌های ضعیف در حافظه موقت واحد پردازش داده، فضای زیادی را اشغال می‌کند و همچنین تعیین موقعیت نهایی مستلزم اجرا و اعلام موقعیت هر یک از آن‌ها است که برای یک سیستم موقعیت‌یاب بلادرنگ مناسب نیست. برای رویارویی با این مسئله، می‌بایست با تعیین ابرپارامترها[[3]](#footnote-4) و یا پیش‌پردازش داده‌ها به یک مدل بهینه با سرعت و دقت مناسب دست یافت که برای یک سیستم موقعیت‌یاب مطلوب باشد. بدین منظور، لازم است یک تابع هزینه معرفی شود تا محدودیت‌های دقت، زمان و سایر هزینه‌ها در آن منظور شود و مدل را به سمت مدل بهینه سوق دهد.

* 1. اهداف و دستاوردهای پژوهش

هدف این پایان‌نامه بهبود موقعیت‌یابی مبتنی بر RSS در مکان‌های سرپوشیده با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری گروهی است. بدین منظور ابتدا باید باتوجه‌به محدودیت‌های فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم، فناوری متداول و کم‌هزینه بررسی شود. در دهه اخیر، باتوجه‌به رشد دستگاه‌های تلفن همراه و استفاده عموم از آن‌ها، فناوری‌های ارتباطی آن‌ها نظیر بلوتوث و Wi-Fi در کاربرد موقعیت‌یابی بیشتر مورد توجه است؛ بنابراین جمع‌آوری مجموعه‌ای مشتمل بر قدرت سیگنال دریافتی از یکی از این دو فناوری گام ابتدایی حل مسئله است. مجموعه‌دادگان جمع‌آوری شده می‌بایست شامل اطلاعاتی از محیط که در شرایط مختلف گردآوری شده است باشد تا مدل یادگیرنده نسبت به این شرایط مقاوم باشد. همچنین نیاز است فاقد داده‌های بدون برچسب موقعیت نیز باشد. تعداد و تنوع داده‌ها در یادگیری بهتر مدل مؤثر است، لذا دادگان از نظر تعداد و تنوع باید غنی باشد.

در گام دوم تحلیل دادگان جمع‌آوری شده با معیار‌های آماری برای انتخاب راهکار و مدل یادگیری گروهی در حل مسئله حائز اهمیت است. در گام بعدی، مدل‌های یادگیری گروهی و نحوه آموزش و آزمایش آن‌ها معرفی می‌شود و این مدل‌ها با بخشی از دادگان جمع‌آوری شده که به‌عنوان «دادگان آموزش» شناخته می‌شود، آموزش می‌بینند و بر آن منطبق می‌شود. پس از آن، با بخش دیگری از دادگان جمع‌آوری شده به‌عنوان «دادگان آزمایش»، مدل‌های آموزش‌دیده آزمایش می‌شوند و نتایج حاصل از آن با انتخاب معیار مناسب ارزیابی، از نظر دقت و سرعت سنجیده می‌شوند و در نهایت الگوریتم‌های یادگیری گروهی با یکدیگر مقایسه شده و نتایج آن تفسیر و تحلیل می‌شود.

باتوجه‌به چالش‌ها و محدودیت‌های موجود در روش‌های یادگیری گروهی، تعیین ابرپارامتر‌های این مدل‌ها در سرعت، دقت و پیاده‌سازی سخت‌افزاری آن‌ها نقش کلیدی دارد؛ بنابراین برای مواجهه با این موضوع، دو راهکار پیشنهادی برای تعیین ابرپارامتر‌ها بیان می‌شود. راهکار پیشنهادی اول، کاهش ابعاد مجموعه‌دادگان است. در این راهکار، با توجه میزان اهمیت و اثرگذاری ویژگی‌های مجموعه‌دادگان در فضای اولیه، به فضای ثانویه با ابعاد کمتر منتقل می‌شود. با انجام این کار، به طور غیرمستقیم، زمان یادگیری و آزمایش در الگوریتم‌های یادگیری گروهی کاهش می‌یابد، به‌علاوه نیازمندی سیستم موقعیت‌یاب به سخت‌افزار قوی برای ذخیره و یا انتقال به حافظه موقت و پردازش داده حجیم نیز برطرف می‌شود.

راهکار پیشنهادی دوم، تعیین تابع هزینه و استفاده از الگوریتم ژنتیک[[4]](#footnote-5) برای به‌دست‌آوردن مقادیر بهینه ابرپارامتر‌ها است. تابع هزینه برای منظورکردن پارامتر‌های ارزیابی، نظیر دقت، سرعت و محدودیت‌های سخت‌افزاری تعیین می‌شود. الگوریتم ژنتیک بر اساس اصول تکامل و انتخاب طبیعی عمل می‌کند و با تولید و ترکیب جمعیت از ابرپارامتر‌ها، به دنبال یافتن مقادیر بهینه می‌گردد. این رویکرد امکان تنظیم هوشمندانه پارامتر‌ها را فراهم می‌آورد و به سیستم اجازه می‌دهد تا با تغییرات در محیط یا وظایف مختلف، به بهینه‌ترین تنظیمات ممکن برسد. با استفاده از این راهکار، امکان بهبود عملکرد سیستم در مقابل چالش‌ها و محدودیت‌های مختلف استفاده از الگوریتم‌های یادگیری گروهی فراهم می‌شود و بهره‌وری سیستم افزایش می‌یابد.

* 1. مروری بر فصل‌های پایان‌نامه

متن

1. مفاهیم و تعاریف

* 1. مقدمه

متن

* 1. مفاهیم و تعاریف موقعیت‌یابی

متن

* 1. انواع داده در موقعیت‌یابی

متن

* 1. فناوری‌های موقعیت‌یابی مبتنی بر RSS

متن

* 1. روش‌های پایه در موقعیت‌یابی

متن

* 1. الگوریتم‌های یادگیری ماشین

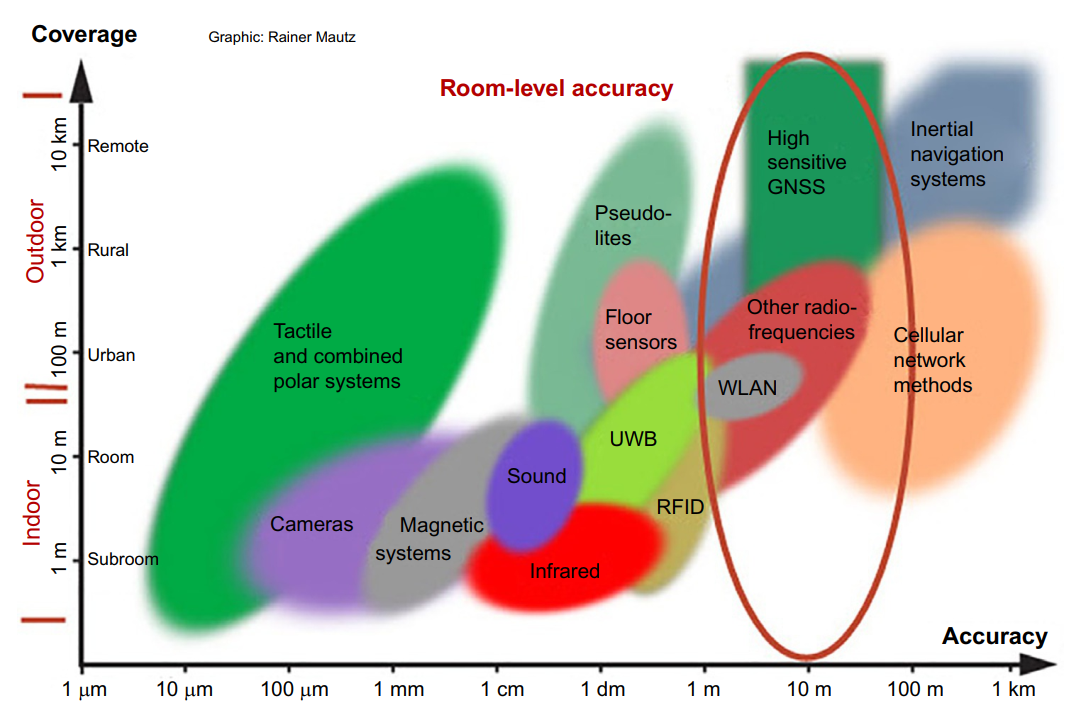
متن

* 1. جمع بندی

هدف از این فصل آشنایی با تعاریف و مفاهیم موقعیت‌یابی و ارائه انواع داده‌های مورداستفاده در تعیین فاصله اشیا در مکان‌های سرپوشیده و توضیح الگوریتم‌هایی است که با استفاده از این دادگان محاسبه موقعیت را انجام می‌دهد است. استفاده از هرکدام از انواع دادگان بسته به کاربرد و تکنولوژی مورداستفاده می‌تواند مزایا و محدودیت‌هایی داشته باشد و بر اساس معیارهای ارزیابی انتخاب می‌گردد. همچنین الگوریتم‌های مختلفی برای تخمین فاصله بین شیء و مرجع و درنهایت محاسبه موقعیت شیء وجود دارد که در این فصل بیان می‌شود.

مختصات به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

مختصات به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:



محدوده دقت فناوری‌های موقعیت‌یابی برحسب استفاده در داخل یا خارج ساختمان

موقعیت‌یابی مبتنی بر RSS با چالش‌هایی مواجه است که به طور قابل‌توجهی در دقت موقعیت‌یابی اثر گذارند.

بررسی فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم مبتنی بر RSS برای موقعیت‌یابی داخلی [8]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| فناوری‌ها | پارامترها | مزایا | معایب |
| Wi-Fi | RSS/AoA  TDoA/ToA  RTT/CSI | توان مصرفی متوسط (به طور متوسط 216.71 میلی‌وات).  بدون نیاز به سخت‌افزار اضافی.  نصب آسان.  پوشش مناطق بزرگ. | تحت‌تأثیر RSS متغیر با زمان.  دقت وابسته به نقاط دسترسی. |
| Bluetooth | RSS/ToA  TDoA  AoA/ToF | توان مصرفی پایین (به طور متوسط 0.367 میلی‌وات)  نصب آسان.  نرخ داده بالا نسبت ZigBee | نیازمند سخت‌افزار اضافی است.  تحت‌تأثیر RSS متغیر با زمان.  تداخل با باند فرکانسی مشابه.  دقت به دقت نقاط دسترسی وابسته است.  محدوده عملکرد پایین نسبت به ZigBee. |
| RFID | RSS/ToA  DoA/AoA  TDoA  PDoA | بدون تماس و NLoS ذاتی.  خوانش سریع و هم‌زمان چندین تگ.  تاب‌آوری در برابر تغییرات محیطی.  کاهش حساسیت در مورد جهت قرارگیری کاربر. | نیازمند سخت‌افزار اضافی است.  اثر چندمسیرگی و نوسان سیگنال.  افزایش خطا با افزایش تعداد تگ‌های هدف.  قابلیت‌های محدود تگ‌های غیرفعال |
| ZigBee | RSS/ToA  TDoA/AoA | توان مصرفی پایین (به طور متوسط 17.68 میلی‌وات).  عدم نیاز به پهنای باند وسیع.  تأخیر بالا. | نیازمند سخت‌افزار اضافی است.  تداخل و قدرت سیگنال‌ها.  ایجاد ارتباط با تلفن همراه هوشمند دشوار است. |
| UWB | AoA/ToA  TDoA  RSS/DoA | دقت بالا.  عدم تأثیر از تداخل.  اثرات زیستی کمتر بر بدن انسان.  مناسب برای شبکه‌های بدن‌محور و پوشیدنی. | برد کوتاه، هزینه بالا  چالش‌ها در NLoS.  نیازمند سخت‌افزار اضافی است. |
| Cellular | ToA/CSI  TDoA/RSS  RSRP/RSRQ | دور برد.  دقت خوب.  بدون هزینه اضافی. | نیازمند همگام‌سازی ایستگاه‌های پایه. |
| ترکیب فناوری‌ها | RSS/TDoA  RSRQ/RSRP  PDoA/ToA  AoA/DoA | بهبود عملکرد.  غلبه بر محدودیت‌ها.  بهتر نسبت به راه‌حل الگوریتم خالص.  کاهش پیچیدگی سیستم. | اطلاعات کافی با تنها یک شبکه وجود ندارد. |

1. راهکارهای پیشنهادی بهبود دقت در تعیین موقعیت
   1. مقدمه

متن

1. شبیه سازی و ارزیابی نتایج
   1. مقدمه

متن

1. جمع‌بندی و پیشنهادها
   1. جمع‌بندی

متن

* 1. پیشنهادها

متن

مراجع

مراجع

[1] R. Uttarwar and J. Valent\’\in, “Indoor Positioning and Machine Learning Algorithms,” 2021.

[2] Z. Li, K. Xu, H. Wang, Y. Zhao, X. Wang, and M. Shen, “Machine-learning-based positioning: A survey and future directions,” *IEEE Netw*, vol. 33, no. 3, pp. 96–101, 2019.

[3] T. K. Geok *et al.*, “Review of indoor positioning: Radio wave technology,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 11, no. 1. 2021. doi: 10.3390/app11010279.

[4] H. Zou, B. Huang, X. Lu, H. Jiang, and L. Xie, “A Robust Indoor Positioning System Based on the Procrustes Analysis and Weighted Extreme Learning Machine,” *IEEE Trans Wirel Commun*, vol. 15, no. 2, 2016, doi: 10.1109/TWC.2015.2487963.

[5] K. S. Kim, S. Lee, and K. Huang, “A scalable deep neural network architecture for multi-building and multi-floor indoor localization based on Wi-Fi fingerprinting,” *Big Data Anal*, vol. 3, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s41044-018-0031-2.

[6] M. Abbas, M. Elhamshary, H. Rizk, M. Torki, and M. Youssef, “WiDeep: WiFi-based accurate and robust indoor localization system using deep learning,” in *2019 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, PerCom 2019*, 2019. doi: 10.1109/PERCOM.2019.8767421.

[7] M. Cooper, J. Biehl, G. Filby, and S. Kratz, “LoCo: boosting for indoor location classification combining Wi-Fi and BLE,” *Pers Ubiquitous Comput*, vol. 20, no. 1, 2016, doi: 10.1007/s00779-015-0899-z.

[8] P. Menéndez, C. Campomanes, K. Trawiński, and J. M. Alonso, “Topology-based indoor localization by means of WiFi fingerprinting with a computational intelligent classifier,” in *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, ISDA*, 2011. doi: 10.1109/ISDA.2011.6121792.

[9] K. Trawiński, J. M. Alonso, and N. Hernández, “A multiclassifier approach for topology-based WiFi indoor localization,” *Soft comput*, vol. 17, no. 10, 2013, doi: 10.1007/s00500-013-1019-5.

[10] V. Singh, G. Aggarwal, and B. V. S. Ujwal, “Ensemble based real-Time indoor localization using stray WiFi signal,” in *2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics, ICCE 2018*, 2018. doi: 10.1109/ICCE.2018.8326317.

[11] R. E. Schapire, “The Strength of Weak Learnability,” *Mach Learn*, vol. 5, no. 2, 1990, doi: 10.1023/A:1022648800760.

[12] D. Taniuchi and T. Maekawa, “Robust Wi-Fi based indoor positioning with ensemble learning,” in *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, 2014. doi: 10.1109/WiMOB.2014.6962230.

[13] D. Sánchez-Rodríguez, P. Hernández-Morera, J. M. Quinteiro, and I. Alonso-González, “A low complexity system based on multipleweighted decision trees for indoor localization,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 15, no. 6, 2015, doi: 10.3390/s150614809.

[14] D. Ghosh, P. Roy, C. Chowdhury, and S. Bandyopadhyay, “An ensemble of condition based classifiers for indoor localization,” in *2016 IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems, ANTS 2016*, 2017. doi: 10.1109/ANTS.2016.7947872.

[15] Ó. Belmonte-Fernández, R. Montoliu, J. Torres-Sospedra, E. Sansano-Sansano, and D. Chia-Aguilar, “A radiosity-based method to avoid calibration for indoor positioning systems,” *Expert Syst Appl*, vol. 105, 2018, doi: 10.1016/j.eswa.2018.03.054.

[16] P. Roy, C. Chowdhury, M. Kundu, D. Ghosh, and S. Bandyopadhyay, “Novel weighted ensemble classifier for smartphone based indoor localization,” *Expert Syst Appl*, vol. 164, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2020.113758.

Abstract:

Abstract …

Keywords:



Iran University of Science and Technology

School of Electrical Engineering

Improving the accuracy of RSS-based positioning systems using ensemble learning algorithms

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of Master of Science in Control

By:

Hamid Arabsorkhi

Supervisor:

Dr. Saeed Ebadollahi

Advisor:

Dr. -------------

June 2024

1. Multipath Propagation [↑](#footnote-ref-2)
2. Weak Learner [↑](#footnote-ref-3)
3. Hyperparameters [↑](#footnote-ref-4)
4. Genetic Algorithm [↑](#footnote-ref-5)