

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

دانشگاه امیرکبیر

مقاله: تحلیل خطا در روشهای مکان یابی شبکه های حسگر

توسط : علی ثاقب موفق – ۸۳۲۳۱۵۵۷

فهرست مطالب

۱_ مقدمه	۱
۲_ الگوریتم E-STROBE، روش Beacon فعال و سازگار برای مکان یابی حسگر	۱
۳_ روش مکان یابی AODV	۲
۴_ روش مکان یابی مطلق	۳
۵_ روش مکان یابی RSSI	۳
۶_ منابع اصلی خطا در روش RSS	۴
۷_ کالیبراسیون و همزمانی	۴
۸_ روش مکان یابی تفاوت زمان ورود (TDOA)	۵
۹_ الگوریتم مکان یابی زاویه ورودی (AOA)	۶
۱۰_ روش مکان یابی TOA	۷
۱۱_ کالیبراسیون و همزمانی	۸
۱۲_ خطاهای موجود در اندازه گیری روشهای مکان یابی	۹
۱۳_ نتیجه گیری	۱۰
فهرست منابع	۱۱

چکیده

شبکه‌های حسگر نوعی خاص از شبکه‌های بی سیم به شمار می‌رود که با توجه به عدم حضور آنتن مرکزی، آن را در زمره شبکه‌های Ad Hoc^۱ قلمداد می‌کنند. این شبکه‌ها، ضمن دارا بودن ویژگی ارتباط موثر بین اجزاء آن، دارای ساختار و اهداف متفاوتی است. همچنین ویژگیهای خاص گره‌های حسگر بیانگر عدم قطعیت در مکان یابی دقیق آنهاست. لذا مکان یابی تقریبی و نزدیک به یقین برای آنها انجام می‌شود که البته برای کاربردهایی که برای این شبکه‌ها، در نظر گرفته شده است، کافی است.

در این مقاله برخی روشهای مکان یابی از جمله، E-STROBE، RSSI، TDOA، AOA، TOA و DOA مطرح شده است، و سپس میزان خطاهای هر کدام به همراه نقاط قوت و ضعف آنها بررسی شده که به آن اشاره شده است.

۱- مقدمه

شبکه حسگر، شبکه‌ای است متشکل از تعداد زیادی گره کوچک که ارتباط بین گره‌ها بصورت بی سیم است. شبکه‌های حسگر نوعی خاص از شبکه‌های بی سیم به شمار می‌رود که با توجه به عدم حضور آنتن مرکزی، آن را در زمره شبکه‌های Ad Hoc^۲ قلمداد می‌کنند.

اگر چه، هدف شبکه‌های حسگر مکان یابی نیست ولی این کار برای بسیاری از عملکردهای آن ضروری است و شبکه‌های حسگر بدون درک موقعیت اجزاء حسگری خود فایده چندانی نخواهند داشت. مکان یابی اتوماتیک حسگرها در شبکه‌های مربوطه یک تکنولوژی کلیدی است، واضح است که موقعیت حسگر برای معنا بخشیدن به داده اش، بایستی دانسته شود. اگر اطلاعات موقعیت حسگر به اندازه کافی دقیق باشد می‌تواند برای الگوریتم‌های مسیر یابی جغرافیایی مفید باشد. [۵]

به منظور اینکه تولید نتایج حاصله از شبکه‌های حسگر، رضایت بخش باشد، ضروری است عملیات مکان یابی بسیار کم هزینه و با دقت کافی باشد. یعنی طراحان باید برای حداقل سازی هزینه انرژی کاهش خطای مکان‌یابی، به طور فعال بر روی سخت افزار و نیز الگوریتم مکان یابی کار کنند. در اینجا، ضمن معرفی روشهای متنوع موقعیت یابی شبکه حسگر به چالش‌ها و مزایای آن پرداخته می‌شود.

۲- الگوریتم E-STROBE، روش Beacon فعال و سازگار برای مکان یابی حسگر

در شبکه‌های متراکم، یک روش مکان یابی موثر می‌تواند گره‌های اضافه را تعیین نموده و سپس آنها را بیکار^۳ نماید تا ضمن ذخیره انرژی، طول عمر شبکه را نیز افزایش دهد. نتیجه شبیه سازی این روش نشان داده است که الگوریتم E-STROBE توانسته ۳۰٪ تا ۵۰٪ طول عمر زندگی سیستم را افزایش دهد. [۴]

در روش STROBE هر Beacon دارای سه حالت است: voting، Disignated و Sleep. که در حالت Voting هر Beacon برای مدت Tv ثانیه به Beacon های همسایه گوش می‌دهد و یا داده ای به آنها انتقال می‌دهد. در پایان

^۱ Ad hoc is a Latin phrase which means "for this [purpose]".

^۲ Ad hoc is a Latin phrase which means "for this [purpose]".

^۳ Idle

دوره Voting یک گره تصمیم می گیرد که آیا باید یک Beacon فعال باشد و به حالت Designated متحول شود و یا به حالت Sleep برود.

این تصمیم بر اساس احتمالات و همچنین تعداد Beacon های مشاهده شده حین دوره Voting اتخاذ میگردد، که آنرا با آستانه سالم Pa مقایسه می نماید. اگر گره به حالت Sleep رفت، برای مدت Ts ثانیه در آن حالت باقی می ماند و به طور مشابه اگر به حالت Designated رفت برای Td ثانیه فعال باقی خواهد ماند. در حالیکه در حالات Desinated و Voting یک داده خبری Beacon با دوره Tb منتقل می شود، همچنین Beacon بعد از Td و Ts ثانیه به ترتیب از حالت های Designated و Sleep، به حالت Voting بر می گردد.

روش STROBE مزایای بالقوه ای نسبت به سایر الگوریتم های مکان یابی دارد که مهمترین آنها امکان ذخیره توان و انرژی گره های شبکه حسگر است. در صورتی که یک الگوریتم، کنترل و توجه بیشتری به پوشش واقعی نواحی مختلف شبکه دهد، آن الگوریتم دینامیک و سازگار خواهد بود. مقدار پارامترهای Tb، Ts، Td، Tv در Beacon، در افزایش طول عمر شبکه موثر است. مقدار پارامتر آستانه ای pa می تواند بر مبنای نواحی گسترش شبکه حسگر و مشخصات کانال ارتباطی جایگزین شود. که در واقع مسابقه ای بین کیفیت مکان یابی و طول عمر کل سیستم خواهد بود.

علیرغم پویایی و قابلیت خود پیکر بندی، این الگوریتم، دارای محدودیتهایی نیز هست، اول اینکه استفاده از پارامتر Pa و فرایند تصمیم احتمالی، با اینکه الگوریتم STROBE را قوی، پابرجا و توزیع شده می کند ولی نتیجه اجرای آن، Beacon هایی، بیش از نیاز شبکه، خواهد بود که ضمن ایجاد تداخل در شبکه، زمینه ساز بسیاری از نویزهای محیط حسگر بوده و نهایتاً طول عمر سیستم را نیز کاهش می دهند.

دوم اینکه، Beacon های کناری و لبه های شبکه، همسایه های کمتری خواهند داشت، بطوریکه یک دوره زمانی طولانی فعال خواهند بود، از اینرو زودتر مستهلک می شوند. نتیجه اینکه شبکه Beacon، علیرغم چگالی بیشتر اولیه خود، طول زمان زندگی شبکه را کاهش می دهد. در اکثر روشهای مکان یابی تعیین موقعیت گره های مستقر در محدوده ها و مرزهای ناحیه حسگری نسبت به سایر گره ها پیچیده تر می باشد. و این موضوع ناشی از عدم وجود تعداد کافی گره های Beacon و یا حتی گره های معمولی در آن ناحیه، برای کمک به مکان یابی موثر می باشد.

محدودیت های فوق، مقدمه ای برای مطالعه و تحقیق روی پارامترهای مربوط به انرژی در شبکه های حسگر است. لذا یک الگوریتم آگاه از انرژی، یک سیستم مناسب Load-Balance را از کاهش گره های اضافی مطمئن می سازد. [۴]

۳_ روش مکان یابی AODV^۱

موضوع اصلی که در این عنوان مطرح می شود، موقعیت یابی یک سری گره های مراقبت نشده ایست که در یک محوطه و زمین رها شده اند. بدون اینکه مکان و زاویه استقرار آنها را بدانیم. آنچه ابتدا به نظر می رسد، مسئله خود سنجشی گره هاست که با انتشار یک سیگنال سنجشی به سایر گره های شبکه قابل تحقق است. چرا که گره های دیگر زمان و جهت دریافت را با ملحوظ نظر قرار دادن مختصات زاویه ای گره، اندازه گیری می کنند. و با توجه به اعداد بدست آمده از این اندازه گیری ها، نحوه قرار گیری گره حسگر و مختصات آنرا بدست می آورند.

این روش را AODV نامیده اند. نکته اینجاست که هر گره، پاکت های درخواستی را حتی اگر بعضی گره های همسایه آنرا قبلاً به طریقی، دریافت کرده باشند، منتشر می کند. در اینجا میانگین تعداد برخورد پاکت ها اندازه گیری شده و مکان

^۱ Ad Hoc On Demand Distance Vector

گره‌ها بدست می‌آید. البته موضوع به همین سادگی پایان نمی‌یابد و ما بایستی شرایط لازم را جهت برآورد دقیق تر و خطای کمتر جهت خود سنجشی گره‌ها فراهم کنیم .

همچنین می‌توان فشار کار جدی که در مکان یابی بوجود می‌آید را تا حدودی تقسیم بندی نمود، یعنی هر منطقه به طور جداگانه گره‌ها و پیام‌ها را مسیر یابی نموده و این مناطق با هم در ارتباط باشند. این روش که Zone-Based_Routing نامیده می‌شود به آسانی با اطلاعات GPS از هر گره قابل پیاده سازی است و الگوریتم Dijkstra برای یافتن نزدیکترین مسیر در آن استفاده می‌شود.

استفاده از GPS (دریافت کنند) برای هر گره الزاما مطلوب نیست. چرا که اگر ما دارای میلیون‌ها گره باشیم، هزینه کل شبکه حسگر برای ما بسیار زیاد خواهد شد، بعلاوه توان و شرایط آب و هوایی می‌تواند بعنوان محدودیت در استفاده از آن محسوب شود، عدم دقت کافی و خطای ۱۰ تا ۲۰ متری نیز از دیگر مسائل قابل توجه آن است.[۲]

۴_ روش مکان یابی مطلق

سیستم مکان یابی مطلق، همانطور که از نام آن پیداست، روشی ماهواره محور است، شبیه GPS، یعنی هر گره مجهز به دریافت کنند ماهواره ایست که البته این روش نه عملی و نه همیشه مفید است. همچنین هزینه، اندازه، وزن و توان مصرفی را اضافه می‌نماید که با فلسفه وجودی گره‌های حسگر تا حدودی مغایرت دارد. برای رفع مشکل، یک زیر مجموعه از گره‌ها را به دریافت کننده ماهواره مجهز نموده و از این گره‌ها بعنوان مرجع^۱ یا (نشان) سایر گره‌های شبکه استفاده می‌کنند.

مجهز کردن GPS به هر دستگاه برای بسیاری از کاربردهای شبکه، بسیار انرژی بر و هزینه بر است و برای شبکه‌های با تراکم حسگری بالا و کاربری نظامی مناسب نیست.[۵] متأسفانه این سناریو صرفاً برای محیط‌های بیرونی و خارجی مناسب است و برای محیط‌های زیر زمینی و یا درونی (مسقف) به اندازه کافی کارا، موثر و حتی عملی نخواهد بود. سیستم‌های مکان یابی محلی (LPS) روی ایستگاه‌های پایه ظرفیت بالا قرار می‌گیرد و در هر ناحیه حالت پوششی دارد.

البته اگر شبکه‌های حسگر برای سازمان یا کشوری به لحاظ نوع کاربرد، دارای اهمیت ویژه باشد، سرمایه گذاری بر روی آن دارای توجیه اقتصادی خواهد بود. این شیوه عموماً، در فضاهای باز و گسترده استفاده می‌شود بطوریکه بتوانند امواج را از ماهواره دریافت نمایند. به هر حال همه کاربردهای شبکه حسگر در مناطق روباز نیستند. و روش مکان یابی برای سایر محیط‌ها نیز باید در نظر گرفته شود.

۵_ روش مکان یابی RSSI

روش RSSI یک راه حل سخت افزاری مناسب برای حل مسئله تعیین فاصله مطرح می‌نماید، در این شیوه به این نکته توجه می‌شود که همه گره‌های حسگر احتمالاً دارای امواج رادیو هستند. پس چرا از آنها برای مکان یابی گره‌ها استفاده نکنیم.

با توجه به قانون انتشار رادیو، میزان قدرت سیگنال متناسب با فاصله تقریبی آنها از منبع نشر کاهش می‌یابد، و این راز تعیین مکان توسط این گره‌های نشان یا LandMark ها است. روش SSI در استاندارد لایه فیزیکی 802.15.4 اندازه گیری می‌شود و مشخصه کیفیت پیوند، توان سیگنال و پاکت دریافتی را به لایه بالاتر گزارش می‌دهد.[۵]

^۱ LandMark

در عمل محاسبات مربوط به تعیین اندازه ای روش RSSI دارای خطا و نویز چند متری است، این نویزها به خاطر ماهیت انتشار امواج رادیویی است که در محیطهای واقعی، ناهمگون و ناهماهنگ می شوند. برای مثال پخش امواج رادیویی در سطح آسفالت نسبت به زمین چمن متفاوت است.

روش RSS برای سیگنال صوتی یا RF را در نظر می گیریم، به طوریکه حسگرهای بی سیم با حسگرهای مجاور ارتباط برقرار می کنند. اندازه گیری RSS می تواند توسط هر دریافت کننده در حین ارتباط داده بدون نیاز به پهنای باند و یا انرژی زیاد انجام پذیرد. از آنجائیکه، اندازه گیری با استفاده از روش RSS گران نمی باشند، لذا موضوع مهمی برای تحقیق و مکان یابی به شمار می روند.

متأسفانه هنوز اندازه های RSS غیر قابل پیش بینی بوده و برای بهره گیری آنها در یک سیستم مکان یابی قوی باید منابع خطای آنها نیز به خوبی شناخته شوند. [۵] ولی پیشرفت های خوبی در این زمینه صورت گرفته است که به تدریج خطاهای آن کمتر و لذا دقت مکان یابی بیشتر خواهد گردید.

۶_ منابع اصلی خطا در روش RSS

در کانالهای رادیویی جهان واقعی، سیگنالهای چند مسیری و سایه ای دو منبع اصلی از وابستگی محیطی در روش RSS هستند. سیگنالهای چندگانه با طول موجهای متفاوت و فازهای مختلف، وقتی به رسیور می رسند، این سیگنالها به طور سازنده و یا مخرب به عنوان تابعی از فرکانسی مرکزی به هم اضافه می شوند که منجر به ایجاد سایه فرکانسی می شوند و تاثیر این نوع از سایه با استفاده از روش Spread Spectrum (ترتیب مستقیم یا Hop متوالی) کاهش می یابد. به طوریکه توان دریافتی تحت یک پهنای باند زیاد از فرکانس ها را میانگین می نماید.

از آنجائیکه روشهای Spread Spectrum باعث کاهش تداخل در باندهای فاقد لیسانس^۱ می شوند، و نظر به اینکه گره های حسگر معمولاً از این باند استفاده می کنند، لذا استفاده از رسیورهای Spread Spectrum بعنوان یک راه حل قابل پذیرش مطرح می گردد. در روش باند پهن، توان دریافتی از عرض باند (همانطور که عرض باند به بی نهایت میل می کند) استفاده کرده و توان آن برابر است با اندازه مجموع توانهای هر سیگنال چند مسیره.

خطاهای وابسته به محیط، ناشی از موانعی مثل لوازم، دیوارها، درختان، ساختمانها و غیره است و سیگنال رادیویی به ناچار بایستی از فرستنده تا گیرنده عبور کرده و یا منکسر شود، لذا تاثیرات انتخاب فرکانس کاهش می یابد. همچنین تاثیرات سایه سازی، بعنوان تابعی از محیط که در شبکه گسترش می یابد، بصورت تصادفی مدلسازی می شوند. یک مدل SSI طول تصادفی یک ترکیب را از گسترش محیط بدست می آورد.

۷_ کالیبراسیون و همزمانی

اندازه های روش RSS تابعی از کالیبراسیون دریافت کننده و ارسال کننده است و بر مبنای هزینه ساخت، مدارهای RSSI و توان انتقال از یک دستگاه به دستگاه دیگر متغیر است. همچنین توان انتقال می تواند با کاهش قدرت باتریها تغییر نماید. حسگرها ممکن است طوری طراحی شوند تا داده های کالیبراسیون خود را به گره های همسایه، اندازه گیری و گزارش نمایند. [۵]

¹ License

موانع فیزیکی مثل دیوارها، اثاثیه و غیره امواج را جذب یا منعکس می کنند، در نتیجه، برآورد مسافت های دور با استفاده از توان و قدرت سیگنال دقت لازم را بدنبال نخواهد داشت که این موضوع ناشی از اختلاف زمانی حاصل شده تا ورودی منبع نشر امواج است.

به هر حال روش مکان یابی RSSI توجه زیادی از محققین را به خود جلب کرده است. تحلیل فیزیکی پخش امواج رادیویی نتایج بهتری را از داده های RSSI بدست خواهد داد. و درجه بندی بهتری از امواج رادیویی گره های حسگر ارائه می دهد. مرکز هیت هاوس^۱ تحلیل وسیعی از قدرت سیگنال امواج رادیویی انجام داده که برای پیشرفتهای آتی مکان یابی مفید است. بنابراین به نظر می رسد روش RSSI علیرغم محدودیتهایش، به لحاظ قیمت و کارایی برتری نسبی داشته باشد.

اگر چه روش RSSI برای بسیاری از کاربردهای شبکه و شیوه های مکان یابی موثر آنها، دقیق و مفید نمی باشد ولی نباید فراموش کرد که امواج رادیویی به مکان یابی کمک به سزایی می نماید. نکته کلیدی دیگر این است که اگر دو گره بتوانند با امواج رادیو با هم ارتباط داشته باشند، فاصله آنها از همدیگر کمتر از R خواهد بود که با احتمال زیاد R حداکثر محدوده و فاصله رادیویی بین آنها است، لذا اتصال ساده داده ها به یکدیگر برای اهداف مکان یابی مفید خواهد بود. [۱] [۲] مطالعات تئوری نشان داده است که استفاده از تعداد بیشتر نشان ها (LandMark) بجای افزایش چگالی گره ها مصرف انرژی را افزایش نخواهد داد. [۳]

۸_ روش مکان یابی تفاوت زمان ورود (TDOA^۲)

در این روش، فاصله زمانی از ورودی انتشار، مورد بحث قرار می گیرد. در طرح TDOA، از مکانیزم کالیبراسیون سخت افزاری^۳ استفاده میکنند، و هر گره حسگر به پخش کننده و میکروفن مجهز شده است. بعضی از سیستم ها از ماورای صوت استفاده می کنند، در حالیکه بعضی از آنها از فرکانس های شنیدنی استفاده می کنند. بهر حال، تکنیک های عمومی ریاضی و محاسبات آن مستقل از سخت افزار خاص مورد استفاده است. در روش TDOA، انتقال دهنده ابتدا یک پیام رادیویی ارسال می کند، و سپس یک دوره زمانی ثابت به نام زمان تاخیر (که ممکن است صفر باشد) منتظر می ماند و بعد از آن یک الگوی ثابت از صدای "جیرجیر" را بر روی پخش کننده تولید می کند. وقتی گره های حسگر، به سیگنال رادیو گوش می دهند، زمان فعلی را (زمان دریافت امواج رادیویی) متوجه شده و سپس میکروفن خود را روشن می کنند. وقتی میکروفن آنها الگوی "جیرجیر" را نیز شناسایی کرد، مجدداً زمان را یادداشت می کنند (زمان دریافت صوت). وقتی گره های حسگر متغیرهای t_{radio}، t_{sound}، t_{delay}، را داشته باشند، براحتی می توانند فاصله d بین خودشان و انتقال دهنده امواج را با استفاده از این حقیقت که امواج رادیویی اساساً سریعتر از صوت در هوا حرکت می کند، را محاسبه نمایند. [۱]

که البته با فرمول زیر انجام می شود:

$$d = (S_{radio} - S_{sound}) * (t_{sound} - t_{radio} - T_{delay})$$

¹ hiteHouse

² Time Diffence Of Arrival

³ hardware ranging

روشهای TDOA، به طور موثری برای کاربردهایی از شبکه‌های حسگر، مناسب و دقیق هستند و تحت شرایط "خط دید مستقیم"^۱ و همچنین در نواحی بدون پژواک^۲ عملکرد بهتری دارند. مخصوصاً وقتی پخش کننده و میکروفن برای همدیگر درجه بندی شده اند.

بر روی این موضوع، گروه‌های متعددی مطالعه کرده اند ودقت بهتری را جهت مکان یابی ارائه نموده اند. با وجود این، حتی درشرایطی پایین تر، نیز نتایج خوبی بدست آمده است. سیستم محدوده ماورای صوت circket می تواند تا دقت سانتیمتر نزدیک شود. نقطه ضعف سیستمهای TDOA این است که آنها ضرورتاً به سخت افزارهایی (مخصوصاً یک پخش کننده و میکروفن) نیاز دارند که بایستی در گره‌های حسگر ساخته شوند.

بنابراین می بینیم که سیستمهای TDOA، در حالتی که به طور مناسب کالیبره^۳ شده و پخش کننده‌ها و میکروفن‌ها نیز دارای ویژگیهای انتقال و دریافت یکسانی نباشند. عملکرد بهتری را خواهند داشت. این موضوع به خاطر این است که ویژگیهای متمایز آنها، گره‌های حسگر را از هم تمیز می دهد. بعلاوه، سرعت صوت در هوا با دمای هوا و رطوبت فرق می کند، بنابراین می تواند باعث کاهش دقت در معادله شود. همچنین نیل به خط دید مستقیم، بعنوان عامل ضروری در بعضی محیط ها مشکل ایجاد می کند. ممکن است در مکان یابی از شرط ها و قیدو بند های اضافی برای شناسایی و حذف داده‌های غیر مرزی استفاده کنیم. ملاحظات موردنظر در این خصوص عبارتند از :

۱ - حدود و برد گره A تا B بایستی تقریباً مساوی با فاصله و حدود B تا A باشد.

۲- محدوده جفت جفت و دو به دو بین A و B و C بایستی از نامساوی $r_{AB} + r_{AC} \geq r_{BC}$ پیروی کند.

بسیاری از الگوریتم های مکان یابی از تفاوت زمان ورودی محدوده TDOA استفاده می کنند. زیرا حداقل به طور ظاهری دقیق تر از روشهای صرفاً رادیویی هستند. [۲] آنچه اهمیت دارد این است که بهره گیری از دو پارامتر برای تخمین مکان یابی موثر تر خواهد بود و منجر به افزایش دقت در اندازه‌های مکان یابی خواهد گردید.

۹_ الگوریتم مکان یابی زاویه ورودی (AOA)^۴

موضوع مورد نظر در این الگوریتم تعیین زاویه قرارگیری گره حسگر است. بعضی از الگوریتم های مکان یابی به زاویه داده ورودی حساس هستند. این داده‌ها معمولاً با استفاده از امواج رادیویی یا آرایه ای از میکروفن ها جمع آوری شده و سپس یک گره با گوش دادن و حس کردن آنها، جهت انتقال گره را تعیین می کند. همچنین جمع آوری داده‌ها ی مورد نیاز در الگوریتم AOA از طریق شیوه‌های ارتباطی نوری میسر است. [۱] [۲]

در این روشها، چندین میکروفن به طور مجزا و به شکل فضایی به یک سیگنال انتقال یافته گوش می دهند، باتحلیل فاز یا تفاوت زمان بین ورود سیگنال در میکروفن های مختلف، تعیین و کشف زاویه ورود سیگنال نیز امکان پذیر می شود.

¹ Line- Of – Sight

² echoes

³ calibrate

⁴ Angle Of Arrival

این روشها دقت را در حد چند درجه بوجود می آورد. متأسفانه، تعداد سخت افزار های مورد نیاز برای تعیین زاویه ورودی، از میزان سخت افزار های مربوط به روش TDOA بیشتر است. به طوریکه هرگره باید دارای یک پخش کننده و چندین میکروفن باشد. با توجه به کوچکی حسگرها، جداسازی فضایی پخش کننده ها مشکل خواهد بود.

در این الگوریتم، در واقع یک قطب نمای دیجیتالی مختصات عمومی گرهِ را به طور ساده مشخص می نماید و این نکته، در الگوریتم AOA کاملاً مفید است. در کاربردهای واقعی، بعضی از الگوریتم مکان یابی به اطلاعات زاویه ورودی نیاز مبرم دارند. بهر حال، وقتی این شیوه های موثر ارائه می شوند. موضوعات و مواردی کاربردی قادر و متمایل به استفاده از آن خواهند شد. [۲] برخی از کاربردهای شبکه های حسگری به زاویه قرارگیری گرهِها و آگاهی از آن نیاز دارند. مخصوصاً در مناطقی که دقت مکان یابی و حساسیت موضوع زیاد است. لذا تعیین و برآورد آن می تواند در بعضی موارد به کمک ما بیاید.

۱۰_ روش مکان یابی TOA

در این روش زمان ورود یک سیگنال اندازه گیری می شود، یک سیگنال رادیویی و یا صوتی ابتدا به رسیور می رسد و TOA آن اندازه گیری شده و نتیجه آن زمان انتقال و تاخیر زمانی انتشار است. تاخیر زمانی بین حسگرها در فواصل جداگانه وجود دارد. سرعت امواج رادیویی تقریباً ۱۰۰۰۰۰۰ بار سریعتر از صوت است. اساس تکنیکهای زمانی، توانایی و قابلیت رسیورها، تخمین دقیق زمان ورود سیگنال مربوط به یک خط نور^۱ است، بدیهی است برآورد نهایی متأثر از نویزهای اضافی و سیگنالهای چند مسیره خواهد بود. ولی آنچه مشخص است این است که با آگاهی از زمان ورودی، می توان فاصله ها را براحتی تخمین زد.

منابع اصلی خطا، نویز اضافی و محدوده مرزی: حتی در فقدان سیگنالهای چند مسیری^۲، دقت زمان ورودی سیگنال توسط نویزهای اضافی کاهش می یابد. تاخیر زمانی مربوطه به نویزها و تخمین آن، یک زمینه نسبتاً جدید است. معمولاً تخمین TOA زمانی است که رابطه موثر و مرتبط بین سیگنالهای دریافتی و سیگنال انتقال یافته از منبع انتشار، شناسایی شود.

در روش TOA، تاثیر محدوده ها و نقاط مرزی منطقه حسگری، به مراتب، بیشتر از تاثیر نویزهای اضافی است. سیگنالهای چند مسیری که با تاخیر می رسند از نوع خود تداخلی هستند. با توجه به اینکه تضمینی وجود ندارد که سیگنال LOS، قوی ترین سیگنالهای ورودی به رسیور باشد، لذا رسیور بجای یافتن نقطه بالایی ارتباط در کانال چند مسیره، اولین نقطه ای را که ابتدا به او وارد می شود را پیدا می نماید. این کار با اندازه گیری زمانی که ابتدا یک Threshold را قطع می کند انجام می شود.

در شبکه های حسگر با چگالی بالا، هر جفت حسگر می تواند Toa را اندازه گیری کنند. به طوریکه دارای مزیت متفاوتی در خصوص توانایی اندازه گیری Toa بین همسایه های نزدیک حسگر هستیم. همانطور که طول مسیر کاهش می یابد توان سیگنال LOS (نسبت به توان اجزاء چند مسیری) افزایش می یابد. بنابراین مسئله LOS تضعیف شده، تنها در شبکه های تهی مشکل ساز است.

اجزاء چند مسیره با تعجیل ورودی، خطاهای کمتری را باعث می شوند و نمی توان آنها را براحتی متوقف ساخت. به طور کلی عرض باند سیگنال بیشتری برای حصول دقت واقعی لازم است. سیگنالهای با عرض باند پهن یا ۳ ds-ss روشهای مشهود

¹ Light Of Sight

² MultiPath

³ direct sequence spread spectrum

برای اندازه گیری زمان ورودی^۱ عرض باند بالا هستند. به هر حال عرض باند عریض تر نیازمند پردازش سیگنال سریعتر، و احتمالاً هزینه انرژی بیشتری است.

در این زمینه استانداردهای IEEE 802.15.3 پیشنهاد شده اند. توجه به مصرف توان رسیور روی ترتیبی از ۲۰۰ mw است و اگر چه مدار سرعت بالا به معنای مصرف انرژی بالاتر است، عرض باند اضافی می تواند برای مصرف توان با میانگین زمانی کمتر استفاده گردد. انتقال پакتهای داده در زمان کمتر به معنی صرف زمان بیشتر در مد آماده^۲ است.

۱۱_ کالیبراسیون و همزمانی

اگر حسگرهای بی سیم دارای ساعت^۳ با زمانبندی دقیق باشند، سپس با کم کردن تاخیر زمانی از زمان انتقال، اندازه toa حاصل می شود. الگوریتم های زمانبندی ساعت شبکه حسگر، دقت ۱۰ میکرو ثانیه، را گزارش می دهند. بخاطر تفاوت در سرعت انتشار، این زمانبندی دقیق برای سیگنالهای صوتی کافی است، ولی برای سیگنالهای رادیویی کافی نمی باشد.

برای زمان ورودی در شبکه های حسگر غیر همزمان، یک تمرین مشترک استفاده از اندازه های toa دو طرفه^۴ است. در این روش، حسگر اول یک سیگنال را به حسگر دوم انتقال می دهد که فوراً با سیگنال خودش پاسخ می دهد، در اولین حسگر، تاخیر اندازه گیری شده بین انتقال سیگنال و پذیرش پاسخ دو برابر تاخیر انتشار پالس بعلاوه یک تاخیر مربوط به پاسخ داخلی به حسگر دوم است. این تاخیر داخلی شناسایی و اندازه گیری شده و سپس به حسگر اول ارسال می گردد تا از زمان انتقال کم شود.

استفاده از Clock در عملیات سخت افزاری منجر به برآوردهای دقیق تری از اندازه های حاصله می گردد و همزمانی بسیاری از رویدادهای مربوطه را باعث می شود. روشهای toa دو طرفه عملی چندگانه قبلاً توصیف شده اند، به طور یکه هر جفت حسگر، میزان زمان ورود دو طرفه را جداگانه اندازه گیری می کند. اما اگر اولین حسگر دارای ظرفیت و قابلیت پردازش سیگنال باشد، چندین حسگر می توانند در هر لحظه پاسخ دهند و toa را به صورت دو طرفه تخمین زنند و این کار به طور آنی با کنسل سازی تداخل چند کاربره امکان پذیر است.

تفاوت زمانهای ورودی یک سیگنال در دو حسگر، tdoa نامیده می شوند. روش Tdoa به clock حسگر بستگی ندارد. روش tdoa در مکان یابی اصلی برای دهه ها جهت انتقال دهنده های غیر متجانس مکانی مورد استفاده قرار می گیرد که در gps و نیز مکان یابی سلولی کاربرد دارند.

ارتباط بین گره های حسگر که از پهنای باند بالا (UWB) و پالسهای خیلی کوتاه و باریک استفاده می کنند (زیر نانو ثانیه) و سیگنالهای رادیویی که در دامنه فرکانسی گسترش می یابند بعنوان نتیجه آن محسوب می شوند. یک سیگنال رادیویی در صورتی از نوع UWB است که عرض باند عملیاتی آن و نرخ عرض باند آن تا فرکانس مرکزی بیشتر از ۰,۲ باشد. در غیر این صورت از انواع دیگر خواهد بود.

¹ TOA, time of arrival

² standby

³ Clock

⁴ round trip

از آنجائیکه، مکان یابی شبکه، راهبردی طولانی است، الگوریتم های مکان یابی شراکتی با یافتن شیوه‌هایی برای استفاده از اندازه‌های (محدوده یا زاویه) بین هر جفت حسگر بامکان ناشناخته، باید روشهای موجود را توسعه دهند. چالشهایی در تخمین محدوده چند HOP به نزدیکترین گره‌های مرجع وجود دارد، محدوده‌های شبکه حسگری از طریق کوتاه ترین مسیر بین حسگر و گره‌های مرجع تخمین زده می شوند.

۱۲_ خطاهای موجود در اندازه گیری روشهای مکان یابی

برای انجام عملیات مکان یابی، اندازه‌ها و محاسبات مربوط به زاویه و برد حسگرها، با ابزارهای فیزیکی بدست می آید که طبعا اندازه گیری با این ابزارها با مقداری خطا همراه است.

به طور کلی این اندازه‌ها متأثر از خطای زمان متغیر و خطای وابسته به محیط هستند. خطاهای زمانهای مختلف (ناشی از نویز های اضافی و تداخل) با میانگین گیری چندباره اندازه‌ها در هر بار کاهش می یابد. خطاهای وابسته به محیط، نتیجه ترتیب فیزیکی اشیاء (مثل ساختمان، درخت و لوازم) در محیط خاصی هستند که در آن شبکه حسگر عمل می نماید. از آنجائیکه محیط غیر قابل پیش بینی است، این خطاها نیز غیر قابل پیش بینی هستند و ما آنها را بصورت تصادفی مدل می کنیم.

بدیهی است خطاهای مذکور ناشی از تغییرات محیطی است. بطوریکه جابجایی برخی اشیاء و تجهیزات، کمی در مکان یابی حسگرها تغییر ایجاد می نماید. همچنین نویزها و تداخل‌های رادیویی موجود باعث می شوند تا اندازه گیری های حاصله در هر دفعه با دفعات قبل کمی متفاوت باشد. که البته این مسئله با میانگین گیری قابل حل می باشد. به هر حال در یک محیط خاص، اشیاء عموما بی حرکت هستند و برای شبکه ای که حداکثر حسگرهای آن بی حرکت هستند، خطاهای وابسته به محیط در هر بار ثابت خواهد بود.

بخش اعظم شبکه‌های حسگر بی سیم شامل حسگرهای بی حرکت هستند و تاخیر ایجاد شده در اندازه گیری چند باره در هر زمان قابل پذیرش است. برای درک درستی یک سیستم مکان یابی باید اندازه‌های میانگین آنرا بدست آوریم. خطا در اندازه‌های ابتدایی ناشی از تاثیر گسترش محیط است لذا فرضیاتی برای ساده سازی آن در نظر می گیرند. اساسا فرض می شود که خطاها در شبکه مستقل از توزیع هستند یعنی مشاهده خطا در یک پیوند مبین وجود خطا در پیوندهای دیگر نیست.

در صورت در نظر گرفتن رابطه تاثیر پذیری بین پیوند ها، تحلیل خطا پیچیده تر می شود و همین موضوع منشاء تحقیقاتی جهت بررسی نوع تاثیر روی پیوند های گره حسگر است. فرض ساده سازی دوم، انتخاب یک خانواده از گره‌های توزیع شده است. ما از اندازه‌های حاصله، مفاهیم و ابزارهای مختص به آنرا را کم می کنیم و خطا توسط یک توزیع پارامتری خاص یا ترکیبی مشخص می شود و سپس اندازه‌ها را برای پارامترهای توزیع مثل واریانس استفاده می کنیم. در این حال یک مجموعه پارامترها جهت تعیین کل اندازه گیری ها مشخص می شود. این موضوع را می توان بر روی مجموعه TOA و RSS و AOA پیاده نمود.[۵]

۱۳_ نتیجه گیری

اگر در یک تقسیم بندی، روشهای مکان یابی را به نامهای نسبی و مطلق تقسیم کنیم. آنگاه مکان یابی نسبی در خصوص تغییرات توپولوژی، هزینه‌های سیگنالینگ بیشتری را تحمیل می کند. در حالیکه مکان یابی مطلق یک فضای نام منحصر به فرد را از طریق مختصات GPS ایجاد می کند. مسئله مکان یابی دو نکته سخت افزاری مهم دارد که عبارتند از تعریف یک سیستم مختصات و محاسبه فاصله بین حسگرها است.

بسیاری از الگوریتم های مکان یابی به چگالی وقوع گره ها حساس هستند . به طور مشابه، الگوریتم هایی که بر اساس گره های beacon هستند وقتی چگالی beacon ها به اندازه کافی زیاد نباشد در یک ناحیه خاص به شکست برخورد می کنند. وقتی شبکه حسگر روی یک شکل محدب نباشد، شرایط بدتر می شود . حسگرهای خارج از بدنه اصلی محدب شبکه اغلب قابل مکان یابی نمی باشند. حتی در صورت شناخت موقعیت گره ها، نتایج غیر متجانس می گردند. موانع محیطی، بی قاعدگی و بی نظمی زمین و ناحیه حسی، به طور کینه توزانه ای مکان یابی گره ها را دچار مشکل می نماید. صخره های بزرگ ممکن است مسیر را مسدود نماید. گسترش و استقرار نودها روی علف ها، سنگ، پیاده رو، بر امواج رادیویی و سیستم صوتی تاثیر می گذارد.

لذا در حال حاضر مشکل است، بگوئیم نهایتاً چه روش و سخت افزاری در آینده متداول خواهد شد ولی تحقیقات بر روی شبکه های حسگر و نحوه مکان یابی آنها همچنان ادامه دارد....

فهرست منابع

- [1] Xiang ji Hongyuan Zha " Sensor Positioning in Wireless Ad Hoc Sensor Networks using Multidimensional Scaling" INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies Vol: 4, PP: 2652- 2661 , March 2004
- [2] Prof. Bhaskar Krishnamachari(director) , "A Wireless Sensor Networks BiblioGraphy," University of Southern California , December 2005.
- [3] Dragos NiculeScu And Badri Nath "Ad Hoc Positioning System(APS) " Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE Vol: 5, PP: 2926-2931
- [4] Jamal N.Al_Karaki Ahmed E. Kamal " Routing Technique in Wireless Sensor networks" Wireless Communications, IEEE , Vol: 11 , pp: 6- 28 Dec. 2004
- [5] Xiang ji Hongyuan Zha " Sensor Positioning in Wireless Ad Hoc Sensor Networks using Multidimensional Scaling" INFOCOM 2004. Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies Vol: 4, PP: 2652- 2661 , March 2004