



دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

سمینار کارشناسی ارشد

موضوع:

ردیابی و تعقیب اشیا با استفاده از شبکه های حسگر بی سیم

دانشجو: میلاد خسروی

شماره دانشجویی: 9511920003

استاد راهنما: جناب دکتر محمد رحمانی منش

بهار 1396

چکیده

شبکه های حسگر بی سیم جهت جمع آوری اطلاعات در مناطقی که کاربر نمی تواند حضور داشته باشد مورد استفاده قرار می گیرند. در یک شبکه حسگر ، حسگرها به صورت جداگانه مقادیر محلی را نمونه برداری (اندازه گیری) می کنند و این اطلاعات را در صورت لزوم برای حسگرهای دیگر و در نهایت برای مشاهده گر اصلی ارسال می نمایند. عملکرد شبکه این است که گزارش پدیده هایی را که اتفاق می افتد به مشاهده گر بدهد که لازم نیست از ساختار شبکه و حسگرها به صورت جداگانه و ارتباط آنها چیزی بداند. این شبکه ها مستقل و خودگردان بوده و بدون دخالت انسان کار می کنند. معمولاً تمامی گره ها همسان می باشند و عملاً با همکاری با یکدیگر، هدف کلی شبکه را برآورده می سازند. هدف اصلی در شبکه های حسگر بی سیم نظارت و کنترل شرایط و تغییرات جوی، فیزیکی و یا شیمیائی در محیطی با محدوده معین، می باشد.

با افزایش سنسور ها و پردازنده های ارزان قیمت توجه روبه رشدی به سیستم های نظارت خودکار شده است. از طرفی نیاز مردم برای بهبود ایمنی در محیط های بزرگ شهری و استفاده بهتر از زیرساخت های شهری افزایش یافته است. با توجه به بهبود و رشد الگوریتم های ردیابی اشیاء امکان استفاده از سیستم نظارت خودکار در کاربرد های مختلف از قبیل امنیت، حمل و نقل، صنعت خودرو و غیره به وجود آمده است.

در این سمینار ابتدا مفاهیم اولیه ردیابی اشیا و شبکه های حسگر بیسیم معرفی شده است و به بررسی ساختار کلی شبکه های حسگر بی سیم پرداخته شده است. سپس ردیابی هدف را توضیح داده و به بررسی روشهای ردیابی پرداخته ایم و در ادامه به چالش ها و کاربردهای آن اشاره شده است. در نهایت کارهای مرتبط با ردیابی اشیا با استفاده از شبکه های حسگر بیسیم که در چند سال اخیر مورد پژوهش قرار گرفته، گردآورده شده و به یک نتیجه گیری کلی پرداخته شده است.

فهرست عناوین

فصل 1 : مفاهیم اولیه	1
1-1- مقدمه	2
2-1- ردیابی اشیا	2
3-1- شبکه های حسگر بی سیم	2
فصل 2 : ساختار کلی شبکه حسگر بیسیم	4
1-2- مقدمه	5
2-2- تعاریف کلیدی	5
3-2- ساختار خودکار	6
4-2- ساختار نیمه خودکار	6
5-2- ساختمان گره	7
6-2- ویژگی ها	8
7-2- معماری شبکه های سنسوری و سیستم عامل مربوطه	8
8-2- نحوه ذخیره سازی داده ها در شبکه های سنسوری	10
9-2- عوامل موثر در طراحی شبکه های حسگر	11
1-9-2- تنگناهای سخت افزاری	11
2-9-2- همبندی	11
3-9-2- قابلیت اطمینان	12
4-9-2- مقیاس پذیری	12
5-9-2- قیمت تمام شده	12
6-9-2- شرایط محیطی	13
7-9-2- رسانه ارتباطی	13
8-9-2- توان مصرفی گره ها	13
9-9-2- افزایش طول عمر شبکه	13
10-9-2- ارتباط بیدرنگ و هماهنگی	14
11-9-2- امنیت و مداخلات	14
12-9-2- عوامل پیش بینی نشده	15
فصل 3 : ردیابی هدف	16

19.....	فصل 4: بررسی و دسته بندی روشهای ردیابی هدف در WSN
20.....	4-1- دسته بندی براساس نحوه پردازش
21.....	4-2- دسته بندی براساس ساختار شبکه
21.....	4-2-1- روش های مبتنی بر خوشه
24.....	4-2-2- روش های مبتنی بر درخت
27.....	4-3- راه های کاهش مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم
28.....	4-4- معایب روشهای موجود
28.....	4-4-1- روش های پیش بینی مبتنی بر خوشه
28.....	4-4-2- روش های پیش بینی مبتنی بر ساختار درخت
30.....	فصل 5: چالش ها و کاربردها
31.....	5-1- چالشهای شبکه حسگر بیسیم
33.....	5-2- کاربردهای شبکه حسگر بیسیم
34.....	فصل 6: پیشینه تحقیق
38.....	فصل 7: نتیجه گیری
40.....	منابع

فهرست شکل ها و جداول

- شکل (2-1) : ساختار کلی شبکه حسگر..... 6
- شکل (2-2) : ساختار خودکار شبکه حسگر..... 6
- شکل (2-3) : ساختار نیمه خودکار شبکه حسگر..... 7
- شکل (2-4) : ساختار داخلی شبکه حسگر..... 8
- شکل (2-5) : معماری سخت افزاری یک نود سنسوری..... 10
- شکل (4-1) : دسته بندی روش های ردیابی شبکه ای در شبکه های حسگر بیسیم..... 20
- جدول (4-1) : روشهای ردیابی شبکه بر اساس ساختار شبکه و مبتنی بر خوشه بندی..... 22
- جدول (4-2) : روشهای ردیابی شبکه بر اساس ساختار شبکه و مبتنی بر درخت..... 25

فصل 1 : مفاهيم اوليه

1-1-مقدمه

در این فصل به تعریف مفاهیم اولیه در رابطه با موضوع این سمینار میپردازیم .

1-2-ردیابی اشیا

در ساده ترین شکل، ردیابی می تواند به عنوان مسئله تخمین مسیر حرکت یک شیء وقتی که شیء در صحنه حرکت می کند تعریف شود به بیان دیگر می خواهیم بدانیم شیء در هر زمان در کجای تصویر قرار دارد .

ردیاب همچنین می تواند ناحیه ای در تصویر که توسط شیء در هر زمان اشغال می شود را بیابد، در این صورت از خروجی سیستم تشخیص و ردیابی که همان اشياء مورد ردیابی می باشد، می توان در پردازش های مرتبه بالاتر مانند تعبیر و تفسیر حرکت، تشخیص نوع رفتار و نظایر آن استفاده نمود . در ردیابی، شیء مورد نظر می تواند هر چیزی که مورد علاقه برای تحلیل های بیشتر است در نظر گرفته شود. برای مثال قایق ها در دریا، ماهی ها در آکواریوم، وسایل نقلیه در جاده، هواپیما در هوا، افراد در حال راه رفتن در پیاده رو و خیابان، یک غده ی سرطانی در بدن یا حبابی درون آب، همه اینها یک مجموعه از اشياء هستند که می توانند در یک حوزه خاص موضوع ردیابی باشند .

1-3-شبکه های حسگر بی سیم

شبکه حس گر، شبکه ای متشکل از تعداد زیادی گره کوچک است که در هر گره تعدادی حس گر و کارانداز وجود دارد. شبکه حس گر بشدت با محیط فیزیکی تعامل دارد. از طریق حسگرها اطلاعات از محیط گرفته شده و از طریق کار اندازها واکنش نشان می دهد. ارتباط بین گره ها بصورت بیسیم است. هرگره بطور مستقل و بدون دخالت انسان کار می کند و از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است. تفاوت اساسی این شبکه ها ارتباط آن با محیط و پدیده های فیزیکی است. شبکه های قدیمی ارتباط بین انسانها و پایگاه های اطلاعاتی را فراهم می کند در حالی که شبکه حس گر مستقیماً با جهان فیزیکی در ارتباط است. با استفاده از حس گرها می توان محیط فیزیکی را مشاهده کرد. کاربردهای آن را می توان به سه دسته نظامی، تجاری و پزشکی تقسیم می شوند. سیستم های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده بانی و میدان مین هوشمند دفاعی از کاربردهای نظامی می باشد. در کاربردهای مراقبت پزشکی، سیستم های مراقبت از بیماران ناتوان که مراقبی ندارند، محیط های هوشمند برای افراد سالخورده و شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربردهای آن است. کاربردهای تجاری طیف وسیعی از کاربردها را شامل می شود مانند سیستم های امنیتی

تشخیص و مقابله با سرقت، آتش‌سوزی در جنگل، گیاهان و جانوران و. . . در برخی از کاربردها نیز شبکه حس گر به عنوان گروهی از روبات‌های کوچک که با همکاری هم فعالیت خاصی را انجام می‌دهند استفاده می‌شود.

فصل 2 : ساختار کلی شبکه

حسگر بیسیم

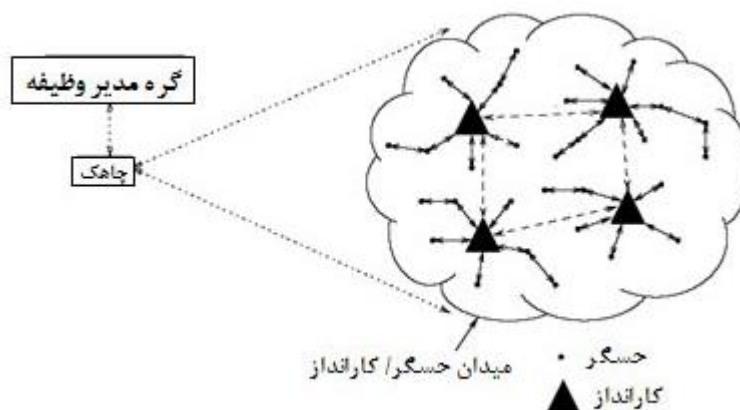
2-1- مقدمه

در این بخش به ساختار کلی شبکه حسگر بیسیم و تعاریف کلیدی از این شبکه خواهیم پرداخت. سپس ساختمان داخلی گره حسگر/کارانداز را تشریح کرده و برخی از ویژگی‌ها، معماری این شبکه‌ها و نحوه ذخیره سازی داده‌ها و عوامل موثر بر طراحی آنها را بررسی می‌کنیم.

2-2- تعاریف کلیدی

- **حسگر:** وسیله‌ای که وجود شیء، رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. حسگر انواع مختلف دارد مانند حسگرهای دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب‌سنج، مغناطیس سنج و ...
- **کارانداز:** با تحریک الکتریکی یک عمل خاصی مانند باز و بسته کردن یک شیر یا قطع و وصل یک کلید را انجام می‌دهد.
- **گره حسگر:** به گرهی گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند حسگر باشد.
- **گره کارانداز:** به گرهی گفته می‌شود که فقط شامل یک یا چند کارانداز باشد.
- **گره حسگر/کارانداز:** به گرهی گفته می‌شود که مجهز به حسگر و کارانداز باشد.
- **شبکه حسگر:** شبکه‌ای که فقط شامل گره‌های حسگر باشد. این شبکه نوع خاصی از شبکه حس/کاراست. در کاربردهایی که هدف جمع‌آوری اطلاعات و تحقیق در مورد یک پدیده می‌باشد کاربرد دارد. مثل مطالعه روی گردبادها.
- **میدان حسگر/کارانداز:** ناحیه کاری که گره‌های شبکه حس/کار در آن توزیع می‌شوند.
- **چاهک:** گرهی که جمع‌آوری داده‌ها را به عهده دارد و ارتباط بین گره‌های حس/کار و گره مدیر وظیفه را برقرار می‌کند.
- **گره مدیر وظیفه:** گرهی که شخصی به عنوان کاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با شبکه ارتباط برقرار می‌کند. فرمان‌های کنترلی و پرس و جوها از این گره به شبکه ارسال شده و داده‌های جمع‌آوری شده به آن بر می‌گردد.
- **شبکه حس/کار:** شبکه‌ای متشکل از گره‌های حسگر و کارانداز یا حسگر/کارانداز است که حالت کلی شبکه‌های مورد بحث می‌باشد. به عبارت دیگر شبکه حس/کار شبکه‌ای است با تعداد زیادی گره که هر گره می‌تواند در حالت کلی دارای تعدادی حسگر و تعدادی کارانداز باشد. در حالت خاص یک گره ممکن است فقط حسگر یا فقط کارانداز باشد. گره‌ها در ناحیه‌ای که میدان حس/کار نامیده می‌شود با چگالی زیاد پراکنده می‌شوند. یک چاهک، پایش کل شبکه را بر عهده دارد. اطلاعات به وسیله چاهک جمع‌آوری می‌شود و فرمان‌ها از طریق چاهک منتشر می‌شود. همان‌طور که در شکل (1-2) مشاهده می‌گردد مدیریت وظایف می‌تواند متمرکز یا توزیع

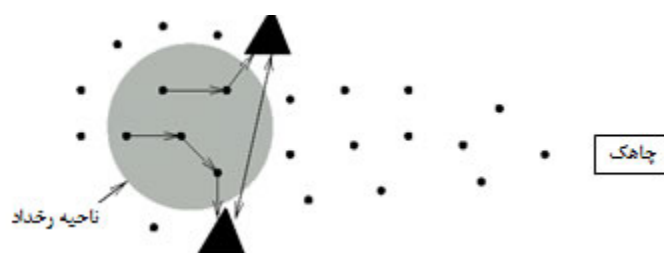
شده باشد. بسته به این که تصمیم‌گیری برای انجام واکنش در چه سطحی انجام شود دو ساختار مختلف خودکار و نیمه خودکار وجود دارد که ترکیب آن نیز قابل استفاده است.



شکل (۲-۱): ساختار کلی شبکه حسگر

2-3- ساختار خودکار

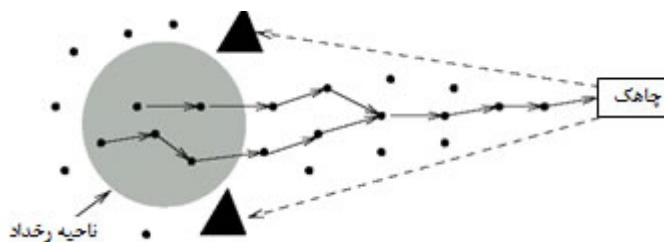
حسگرهایی که یک رخداد یا پدیده را تشخیص می‌دهند داده‌های دریافتی را به گره‌های کارانداز جهت پردازش و انجام واکنش مناسب ارسال می‌کنند. گره‌های کارانداز مجاور با هماهنگی با یکدیگر تصمیم‌گیری کرده و عمل می‌نمایند. در واقع هیچ کنترل متمرکزی وجود ندارد و تصمیم‌گیری‌ها به صورت محلی انجام می‌شود. شکل (2-2) این ساختار را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۲): ساختار خودکار شبکه حسگر

2-4- ساختار نیمه خودکار

در این ساختار داده‌ها توسط گره‌ها به سمت چاهک هدایت شده و فرمان از طریق چاهک به گره‌های کارانداز صادر شود. شکل (2-3) این ساختار را نشان می‌دهد.

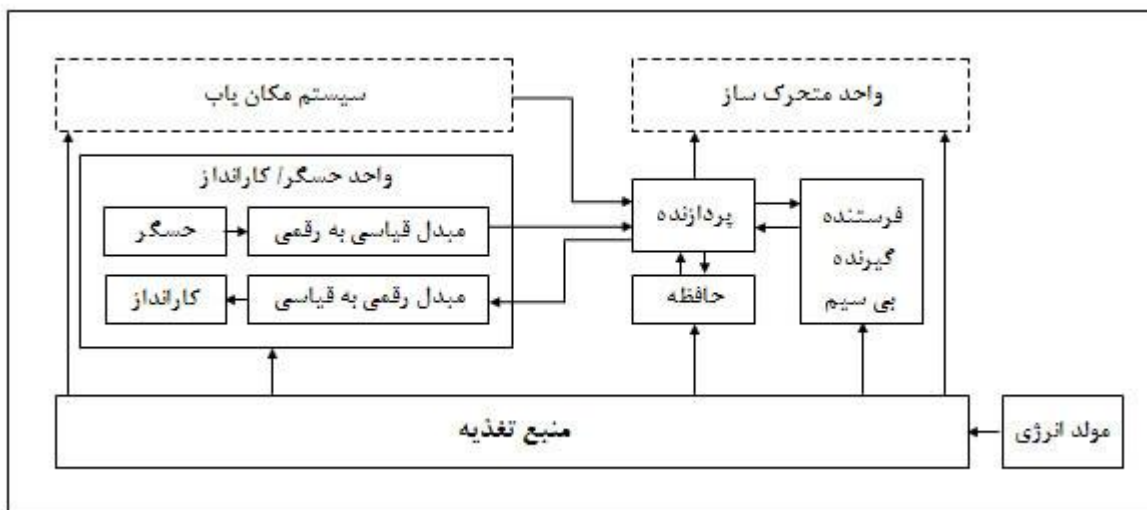


شکل (۲-۳): ساختار نیمه خودکار شبکه حسگر

از طرف دیگر در کاربردهای خاصی ممکن است از ساختار بخش بندی شده یا سلولی استفاده شود که در هر بخش یک سرخوشه وجود دارد که داده‌های گره‌های دسته خود را به چاهک ارسال می‌کند. در واقع هر سرخوشه مانند یک دروازه عمل می‌کند.

2-5- ساختمان گره

شکل (4-2) ساختمان داخلی گره حس/کار را نشان می‌دهد. هر گره شامل واحد حسگر/کارانداز، واحد پردازش داده‌ها، فرستنده/گیرنده بی‌سیم و منبع تغذیه می‌باشد. بخش‌های اضافی واحد متحرک ساز، سیستم مکان‌یاب و تولید توان نیز ممکن است بسته به کاربرد در گره‌ها وجود داشته باشد. واحد پردازش داده شامل یک پردازنده کوچک و یک حافظه با ظرفیت محدود است که داده‌ها را از حسگرها گرفته و بسته به کاربرد پردازش محدودی روی آن‌ها انجام داده و از طریق فرستنده ارسال می‌کند. واحد پردازش، مدیریت هماهنگی و مشارکت با سایر گره‌ها در شبکه را انجام می‌دهد. واحد فرستنده گیرنده ارتباط گره با شبکه را برقرار می‌کند. واحد حسگر شامل یک سری حسگر و مبدل قیاسی به رقمی است که اطلاعات قیاسی را از حسگر گرفته و به صورت رقمی به پردازنده تحویل می‌دهد. واحد کارانداز شامل کارانداز و مبدل رقمی به قیاسی است که فرمان‌های رقمی را از پردازنده گرفته و به کارانداز تحویل می‌دهد. واحد تأمین انرژی، توان مصرفی تمام بخش‌ها را تأمین می‌کند که اغلب یک باتری با انرژی محدود است. محدودیت منبع انرژی یکی از تنگناهای اساسی است که در طراحی شبکه‌های حس/کار همه چیز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در کنار این بخش ممکن است واحدی برای تولید انرژی مثل سلول‌های خورشیدی وجود داشته باشد. در گره‌های متحرک واحدی برای متحرک‌سازی وجود دارد. مکان‌یاب موقعیت فیزیکی گره را تشخیص می‌دهد. تکنیک‌های مسیریابی و وظایف حسگری به اطلاعات مکان با دقت بالا نیاز دارند. یکی از مهم‌ترین مزایای شبکه‌های حس/کار توانایی مدیریت ارتباط بین گره‌های در حال حرکت می‌باشد.



شکل (۴-۲): ساختار داخلی شبکه حسگر

2-6- ویژگی ها

وجود برخی ویژگی ها در شبکه حسگر/ کارانداز، آن را از سایر شبکه های سنتی و بی سیم متمایز می کند. از آن جمله عبارتند از:

- تنگناهای سخت افزاری شامل محدودیت های اندازه فیزیکی، منبع انرژی، قدرت پردازش، ظرفیت حافظه
- تعداد بسیار زیاد گره ها
- چگالی بالا در توزیع گره ها در ناحیه عملیاتی
- وجود استعداد خرابی در گره ها
- تغییرات همبندی به صورت پویا و احياناً متناوب
- استفاده از روش پخش همگانی در ارتباط بین گره ها در مقابل ارتباط نقطه به نقطه
- داده محور بودن شبکه به این معنی که گره ها کد شناسایی ندارند.

2-7- معماری شبکه های سنسوری و سیستم عامل مربوطه

معماری¹ SINA که برای شبکه های سنسوری استفاده می شود، یک معماری میان افزار می باشد که در آن نودهای سنسوری به صورت گروهی تقسیم بندی می شوند و گروه بندی نودها بر اساس سطح انرژی و فاصله آنها انجام می گیرد. نامگذاری نودها معمولاً بر اساس ویژگیهای آنها انجام می گیرد، برای مثال شبکه ای

¹ Sensor information network architecture

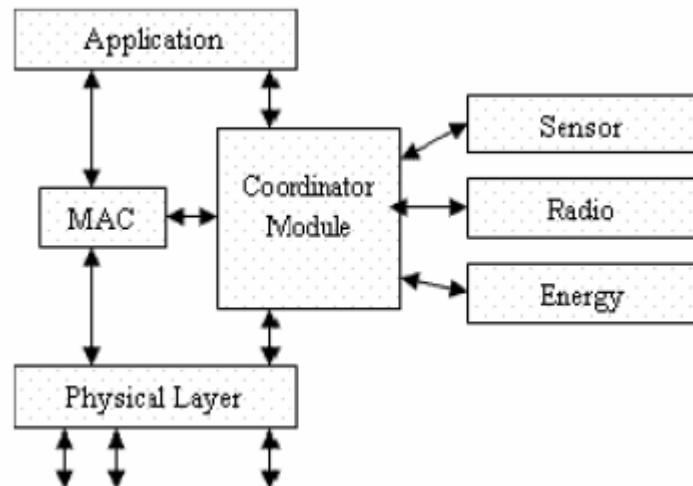
که برای اندازه گیری دمای یک مکان خاص استفاده می شود را در نظر بگیرید نام نودهایی را مشخص می کند که در مکان شمال غربی قرار دارند و درجه دمای آنها برابر 103 فارنهایت می باشد. بنابراین وقتی درخواستی به صورت " کدام ناحیه دارای دمایی بیش از 100 درجه فارینهایت می باشد؟ " مطرح می گردد این نودها می توانند پاسخ دهند(14).

[F103=type= temperature, location=N-E, temperature]

معماری SINA زبان $SQTL^2$ را به عنوان برنامه زبان نویسی واسط بین نودهای سنسوری و معماری SINA بیان می کند. زبان $SQTL$ یک زبان پیغام گونه می باشد که بعد از قرار گرفتن در شبکه توسط نودها تفسیر و توسط نود مربوطه اجرا و پاسخ مناسب ارسال می گردد.

سیستم عامل Tinyos سیستم عامل بر پایه مولفه می باشد که مخصوص شبکه های سنسوری است. مهمترین وظیفه سیستم عامل، مدیریت توان می باشد تا بهره وری انرژی در نود های سنسوری بهبود یابد. این مهم از طریق خاموش کردن نودها در هنگام عدم نیاز به آنها و روشن کردن آنها در صورت لزوم انجام می گیرد. آنچه که یک واحد مدیریت توان انجام می دهد، آن است که میزان مصرف انرژی در سطوح مختلف و سوییچ کردن بین این سطوح را مشخص می کند. مساله چالش بر انگیز تعریف راهکاری جهت حرکت بین این سطوح می باشد بگونه ای که بهره وری انرژی به بیشینه مقدار خود برسد. طراحی نود های سنسوری عاملی تعیین کننده در موفقیت عملکرد یک شبکه سنسوری می باشد. هر نود باید به گونه ای طراحی شود که، بتواند در ارتباط با سایرین، یک شبکه فراگیر را ایجاد نماید و این باید در حالی صورت گیرد که هزینه و اندازه هر یک از نودها در حد پایینی نگه داشته شود. در شکل معماری سخت افزاری یک نود سنسوری نشان داده شده است (8،1،14).

² Sensor Query and Tasking Language



شکل (۵-۲) : معماری سخت افزاری یک نود سنسوری

2-8- نحوه ذخیره سازی داده ها در شبکه های سنسوری

در شبکه های سنسوری که در آن مقادیر زیادی داده جمع آوری و برای بازیابی در آینده ذخیره می شوند، ذخیره سازی به عنوان موضوع مهمی مطرح شده است. اخیراً برای ذخیره داده در شبکه های سنسوری مفهوم Storage Network ارائه شده است. Storage Node بار بالای انتقال تمام داده ها به یک مکان مرکزی برای ذخیره را تعدیل می کند داده، جمع آوری شده در شبکه سنسور یا باید به یک مکان مرکزی تجمع کننده انتقال داده شود یا اینکه در خود گره ها ذخیره شود. مشکلاتی که برای ذخیره داده در سنسور ها وجود دارد عبارتند از: اول اینکه یک سنسور تنها فضای حافظه محدودی در اختیار دارد که از ذخیره مقادیر زیادی داده جلوگیری می کند. دوم اینکه سنسورها توسط باتری عمل می کنند و داده ذخیره شده هنگام اتمام باتری از بین می رود سوم اینکه جستجوی داده ها در شبکه ای با تجمع داده های پخش شده مستلزم صرف هزینه انتقال بالایی است. روش دیگر یعنی ذخیره در مکان مرکزی تجمع کننده، مستلزم انتقال تمام داده ها به گره مرکزی است. این روش ایده آل برای ذخیره داده ها است. زیرا که ذخیره به صورت دائمی است. با این حال قابلیت انتقال هر گره در شبکه بسیار محدود است و میزان زیادی داده نمی تواند به صورت کارا از شبکه به سینک انتقال داده شود. بعلاوه انتقال داده مستلزم صرف انرژی زیادی است و نتیجه آن، خالی شدن سریع باتری سنسور می باشد به ویژه انرژی سنسورهای اطراف مکان مرکزی تجمع کننده بسیار استفاده می شود و با از بین رفتن توان آنها، شبکه به سرعت تجزیه می شود. می توان با افزایش هزینه های مالی، بعضی گره های خاص با حافظه دائمی بیشتر مانند Flash Memory و همچنین با توان باتری بیشتر را در شبکه سنسور استفاده کرد. ویژگی اصلی این گره ها پشتیبانی از داده سنسورهای نزدیک خود و

نیز پاسخ به جستجو ها می باشد. داده ذخیره شده در هر Storage Node را می توان به صورت دوره ای به یک انبار داد انتقال داد. (6،1،8).

2-9- عوامل موثر در طراحی شبکه های حسگر

عوامل متعددی در طراحی شبکه های حس/کار مؤثر است و موضوعات بسیاری در این زمینه مطرح است که ما تنها به ذکر برخی از آن ها به طور خلاصه اکتفا می کنیم.

2-9-1- تنگناهای سخت افزاری

هر گره ضمن این که باید کل اجزاء لازم را داشته باشد باید به حد کافی کوچک، سبک و کم حجم نیز باشد. به عنوان مثال در برخی کاربردها گره باید به کوچکی یک قوطی کبریت باشد و حتی گاهی حجم گره محدود به یک سانتیمتر مکعب است و از نظر وزن آنقدر باید سبک باشد که بتواند همراه باد در هوا معلق شود. در عین حال هر گره باید توان مصرفی بسیار کم، قیمت تمام شده پایین داشته و با شرایط محیطی سازگار باشد. این ها همه محدودیت هایی است که کار طراحی و ساخت گره های حس/کار را با چالش مواجه می کند. ارائه طرح های سخت افزاری سبک و کم حجم در مورد هر یک از اجزای گره به خصوص قسمت ارتباط بی سیم و حسگرها از جمله موضوعات تحقیقاتی است که جای کار بسیار دارد. پیشرفت فناوری ساخت مدارات مجتمع با فشردگی بالا و مصرف پایین، نقش بسزایی در کاهش تنگناهای سخت افزاری دارد.

2-9-2- همبندی

همبندی ذاتی شبکه حس/کار، همبندی گراف است. به دلیل ارتباط بی سیم گره ها و پخش همگانی آن ها، هر گره با چند گره دیگر که در محدوده برد آن قرار دارد ارتباط دارد. الگوریتم های کارا در جمع آوری داده و کاربردهای ردگیری اشیاء شبکه را درخت پوشا در نظر می گیرند. چون ترافیک به شکلی است که داده ها از چند گره به سمت یک گره حرکت می کند. مدیریت همبندی باید با دقت انجام شود، یک مرحله اساسی مدیریت همبندی راه اندازی اولیه شبکه است گره هایی که قبلاً هیچ ارتباط اولیه ای نداشته اند در هنگام جایگیری و شروع به کار اولیه باید بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. الگوریتم های مدیریت همبندی در راه اندازی اولیه باید امکان عضویت گره های جدید و حذف گره هایی که به دلایلی از کار می افتند را فراهم کنند. پویایی همبندی از خصوصیات شبکه های حس/کار است که امنیت آن را به چالش می کشد. ارائه روش های مدیریت همبندی پویا به طوری که موارد امنیتی را هم پوشش دهد از موضوعاتی است که جای کار زیادی دارد.

2-9-3-قابلیت اطمینان

هر گره ممکن است خراب شود یا در اثر رویدادهای محیطی مثل تصادف یا انفجار به کلی نابود شود یا در اثر تمام شدن منبع انرژی از کار بیفتد. منظور از تحمل پذیری یا قابلیت اطمینان این است که خرابی گره‌ها نباید عملکرد کلی شبکه را تحت تأثیر قرار دهد. در واقع می‌خواهیم با استفاده از اجزای غیر قابل اطمینان یک شبکه قابل اطمینان بسازیم. برای گره k با نرخ خرابی λ_k قابلیت اطمینان فرمول ذیل مدل می‌شود. که در واقع احتمال عدم خرابی است در زمان t به شرط این که گره در بازه زمانی $(0, t)$ خرابی نداشته باشد. به این ترتیب هرچه زمان می‌گذرد احتمال خرابی گره بیشتر می‌شود.

$$R_k(t) = e^{-\lambda_k t}$$

2-9-4-مقیاس پذیری

شبکه باید هم از نظر تعداد گره و هم از نظر میزان پراکندگی گره‌ها، مقیاس پذیر باشد. به عبارت دیگر شبکه حس/کار از طرفی باید بتواند با تعداد صدها، هزارها و حتی میلیون‌ها گره کار کند و از طرف دیگر، چگالی توزیع متفاوت گره‌ها را نیز پشتیبانی کند. چگالی طبق فرمول پایین محاسبه می‌شود که بیانگر تعداد متوسط گره‌هایی است که در برد یک گره نوعی (مثلاً دایره ای با قطر 10 متر) قرار می‌گیرد. A : مساحت ناحیه کاری، N : تعداد گره در ناحیه کاری و R : برد ارسال رادیویی است. در بسیاری کاربردها توزیع گره‌ها اتفاقی صورت می‌گیرد و امکان توزیع با چگالی مشخص و یکنواخت وجود ندارد یا گره‌ها در اثر عوامل محیطی جابجا می‌شوند. بنابراین چگالی باید بتواند از چند عدد تا چند صد گره تغییر کند. موضوع مقیاس پذیری به روش‌ها نیز مربوط می‌شود برخی روش‌ها ممکن است مقیاس پذیر نباشد یعنی در یک چگالی یا تعداد محدود از گره کار کند. در مقابل برخی روش‌ها مقیاس پذیر هستند.

$$\mu(R) = (N \cdot \pi R^2) / A$$

2-9-5-قیمت تمام شده

چون تعداد گره‌ها زیاد است کاهش قیمت هر تک گره اهمیت زیادی دارد. تعداد گره‌ها گاهی تا میلیون‌ها می‌رسد که در این صورت کاهش قیمت گره حتی به مقدار کم، تأثیر قابل توجهی در قیمت کل شبکه خواهد داشت.

2-9-6- شرایط محیطی

طیف وسیعی از کاربردهای شبکه‌های حس/کار مربوط به محیط‌هایی است که انسان نمی‌تواند در آن حضور داشته باشد. مانند محیط‌های آلوده از نظر شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای و یا مطالعات در کف اقیانوس‌ها، فضا و یا محیط‌های نظامی به علت حضور دشمن و یا در جنگل و زیستگاه جانوران که حضور انسان باعث فرار آن‌ها می‌شود. در هر مورد، شرایط محیطی باید در طراحی گره‌ها در نظر گرفته شود، مثلاً در دریا و محیط‌های مرطوب گره حسگر در محفظه‌ای که رطوبت را منتقل نکند قرار می‌گیرد.

2-9-7- رسانه ارتباطی

در شبکه‌های حس/کار ارتباط گره‌ها به صورت بی‌سیم و از طریق رسانه رادیویی، فرو سرخ (مادون قرمز)، یا رسانه‌های نوری دیگر صورت می‌گیرد. البته ارتباط فروسرخ ارزانتر و ساختنش آسانتر است ولی فقط در خط مستقیم عمل می‌کند.

2-9-8- توان مصرفی گره‌ها

گره‌های شبکه حس/کار باید توان مصرفی کمی داشته باشند. گاهی منبع تغذیه یک باتری $1/2$ ولت با جریان $0/5$ آمپر ساعت است که باید توان لازم برای مدت طولانی مثلاً 9 ماه را تأمین کند. در بسیاری از کاربردها باتری قابل تعویض نیست. لذا عمر باتری عملاً عمر گره را مشخص می‌کند. به علت این که یک گره علاوه بر گرفتن اطلاعات (توسط حسگر) یا اجرای یک فرمان (توسط کارانداز) به عنوان رهیاب نیز عمل می‌کند باید عمل کردن گره باعث حذف آن از همبندی شده و سازماندهی مجدد شبکه و مسیردهی مجدد بسته عبوری را در پی خواهد داشت. در طراحی سخت‌افزار گره‌ها استفاده از طرح‌ها و قطعاتی که مصرف پایینی دارند و فراهم کردن امکان حالت خواب برای کل گره یا برای هر بخش به طور مجزا بسیار مهم خواهد بود.

2-9-9- افزایش طول عمر شبکه

طول عمر شبکه‌های حس/کار نوعاً کوتاه می‌باشد زیرا طول عمر گره‌ها به علت محدودیت انرژی منبع تغذیه کوتاه است. علاوه بر آن گاهی موقعیت ویژه یک گره در شبکه مشکل را تشدید می‌کند. مثلاً گرهی که در فاصل یک قدمی چاهک قرار دارد از یک طرف به خاطر بار کاری زیاد خیلی زود انرژی خود را از دست می‌دهد و از طرفی از کار افتادن آن باعث قطع ارتباط چاهک با کل شبکه شده و از کار افتادن کل شبکه می‌شود. برخی راه‌حل‌ها به ساختار شبکه بر می‌گردد، مثلاً در مورد مشکل فوق استفاده از ساختار خودکار راهکار مؤثری است. به علت این که در ساختار خودکار بیشتر تصمیم‌گیری‌ها به طور محلی انجام می‌شود ترافیک انتقال از طریق گره بحرانی کم شده، طول عمر آن و در نتیجه طول عمر شبکه افزایش می‌یابد. مشکل

تخلیه زود هنگام انرژی در مورد گره های نواحی کم تراکم در توزیع غیر یکنواخت گره ها نیز صدق می کند. در این گونه موارد داشتن یک مدیریت توان در داخل گره ها و ارائه راهکارهای توان آگاه به طوری که از گره های بحرانی کمترین استفاده را انجام دهد، مناسب خواهد بود. این موضوع نوعی به اشتراک گذاری منابع محسوب می شود لذا در صورت داشتن مدیریت وظیفه و مدیریت توان مناسب توزیع با چگالی زیاد گره ها در میدان حسگر/ کارانداز طول عمر شبکه را افزایش می دهد. ارائه الگوهای ساختاری مناسب و ارائه روش های مدیریتی و الگوریتم های توان آگاه با هدف افزایش طول عمر شبکه حس/کار از مباحث مهم تحقیقاتی است.

2-9-10-ارتباط بیدرنگ و هماهنگی

در برخی کاربردها مانند سیستم تشخیص و جلوگیری از گسترش آتش سوزی یا سیستم پیش گیری از سرقت، سرعت پاسخگویی شبکه اهمیت زیادی دارد. در نمایش بیدرنگ فشار بر روی پایشگر بسته های ارسالی باید به طور لحظه ای روزآمد باشند. برای تحقق بیدرنگی سیستم یک روش این است که برای بسته های ارسالی یک ضرب الاجل تعیین شود و در لایه کنترل دسترسی رسانه بسته های با ضرب الاجل کوتاه تر زودتر ارسال شوند. مدت ضرب الاجل به کاربرد آن بستگی دارد. مسأله مهم دیگر تحویل گزارش رخدادها به چاهک، یا کارانداز ناحیه، به ترتیب وقوع آنهاست. در غیر این صورت ممکن است شبکه واکنش درستی انجام ندهد. نکته دیگر هماهنگی کلی شبکه در ارتباط با گزارش هایی است که در مورد یک رخداد از حسگرهای مختلف به کاراندازهای ناحیه مربوطه داده می شود. به عنوان مثال در یک کاربرد نظامی فرض کنید حسگرهایی جهت تشخیص حضور یگان های پیاده دشمن و کاراندازهایی جهت نابودی آن در نظر گرفته شده است. چند حسگر حضور دشمن را به کاراندازها اطلاع می دهند. شبکه باید در کل منطقه، عملیات را به یکباره شروع کند. در غیر این صورت با واکنش اولین کارانداز، سربازان دشمن متفرق شده و عملیات با شکست مواجه می شود. به هر حال موضوع ارتباط بیدرنگ و هماهنگی در شبکه های حس/کار بخصوص در مقیاس بزرگ و شرایط نامطمئن همچنان از مباحث تحقیقاتی است.

2-9-11-امنیت و مداخلات

موضوع امنیت در برخی کاربردها بخصوص در کاربرد های نظامی یک موضوع بحرانی است و به خاطر برخی ویژگی ها شبکه های حس/کار در مقابل مداخلات آسیب پذیرتر هستند. یک مورد بی سیم بودن ارتباط شبکه است که کار دشمن را برای فعالیت های ضد امنیتی و مداخلات آسانتر می کند. مورد دیگر استفاده از یک فرکانس واحد ارتباطی برای کل شبکه است که شبکه را در مقابل استراق سمع آسیب پذیر می کند. مورد بعدی ویژگی پویایی همبندی است که زمینه را برای پذیرش گره های دشمن فراهم می کند. این که قراردادهای مربوط به مسیردهی، کنترل ترافیک و لایه کنترل دسترسی شبکه سعی دارند باهزینه و سربار کمتری کار کنند

مشکلات امنیتی به وجود می‌آورد. مثلاً برای شبکه‌های حسگر در مقیاس بزرگ برای کاهش تأخیر بسته‌هایی که در مسیر طولانی در طول شبکه حرکت می‌کنند، یک راه حل خوب اولویت مسيردهی به بسته‌های عبوری می‌باشد. همین روش باعث می‌شود حمله‌های سیلی مؤثرتر باشد. یکی از نقاط ضعف شبکه حس/کار کمبود منبع انرژی است و دشمن می‌تواند با قرار دادن یک گره مزاحم که مرتب پیغام‌های بیدار باش به صورت پخش همگانی با انرژی زیاد تولید می‌کند باعث شود بدون دلیل گره‌های همسایه از حالت خواب خارج شوند. ادامه این روند باعث به هدر رفتن انرژی گره‌ها شده و عمر آن‌ها را کوتاه می‌کند. با توجه به محدودیت‌ها باید دنبال راه‌حل‌های ساده و کارا مبتنی بر طبیعت شبکه حس/کار بود. به طور مثال گره‌ها با چگالی بالا می‌توانند توزیع شوند و هر گره دارای اطلاعات کمی است یا این‌که داده‌ها در یک مدت کوتاه معتبرند. از این ویژگی‌ها می‌توان به عنوان یک نقطه قوت در رفع مشکلات امنیتی استفاده کرد. اساساً چالش‌های زیادی در مقابل امنیت شبکه حس/کار وجود دارد و مباحث تحقیقاتی مطرح در این زمینه گسترده و پیچیده است.

2-9-12 عوامل پیش‌بینی نشده

یک شبکه حسگر کارانداز تابع تعداد زیادی از عدم قطعیت‌ها است. عوامل طبیعی غیر قابل پیش‌بینی مثل سیل زلزله، مشکلات ناشی از ارتباط بی‌سیم و اختلالات رادیویی، امکان خرابی هر گره، عدم درجه‌بندی حسگرها، پویایی ساختار و مسيردهی شبکه، اضافه شدن گره‌های جدید و حذف گره‌های قدیمی، جابجایی گره‌ها به طور کنترل‌شده یا در اثر عوامل طبیعی و غیره. سؤال مطرح این است که در چنین شرایطی چگونه می‌توان چشم‌اندازی فراهم کرد که از دیدگاه لایه کاربرد شبکه یک موجودیت قابل اطمینان در مقیاس بزرگ دارای کارایی عملیاتی مشخص و قابل اعتماد باشد. با توجه به این‌که شبکه‌های حسگر کارانداز تا حدود زیادی به صورت مرکزی غیر قابل کنترل هستند و به صورت خودکار یا حداقل نیمه خودکار عمل می‌کنند باید بتوانند با مدیریت مستقل بر مشکلات غلبه کنند. از این رو باید ویژگی‌های خود بهینه‌سازی، خود سازماندهی و خود درمانی را داشته باشند. این‌ها از جمله مواردی هستند که بحث در مورد آن‌ها آسان ولی تحقق آن بسیار پیچیده بوده و از جمله موارد تحقیقاتی می‌باشند.

فصل 3 : ردیابی هدف

منظور از روش های ردیابی شبکه، روش هایی است که در آن ها ساختار شبکه برای ردیابی یک یا تعدادی هدف ساخته میشود. به طور دقیق تر، مساله ردیابی در شبکه های حسگر بیسیم را میتوان به صورت زیر تعریف کرد: شبکه های متشکل از n گره حسگر برای ردیابی هدف ها در یک ناحیه تشکیل شده است. در این ناحیه m هدف ($m \geq 1$) حرکت میکنند. گره های حسگر با نمونه برداری از سیگنال های منتشر شده از هدف ها (سیگنال های صوتی، لرزه‌ای، مواد شیمیایی، ...) وجود یا عدم وجود آنها را تشخیص میدهند.

در حالت کلی، پیش فرضی در مورد نحوه حرکت هدف ها و مدل حرکتی آن ها وجود ندارد. مطلوب این است که گره های تشخیص دهنده، محل هدف را با استفاده از روش های مکان یابی و با استفاده از محل گره های تشخیص دهنده، مشخص کنند. با انجام این کار به صورت متناوب و ارسال گزارش به سمت کاربر یا برنامه کاربردی ناظر، میتوان مسیر طی شده توسط هدف را در طول زمان دنبال کرد. همچنین با توجه به محدود بودن انرژی گره ها مطلوب این است که در هر لحظه از زمان، کمترین تعداد گره های حسگر فعال باشند، در عین حال مسیر طی شده توسط هدف نباید گم شود. در صورت گم شدن هدف، مکانیزم های بازیابی برای دوباره پیدا کردن آن با خطای محدود باید قابل پیاده سازی باشند. (11)

در روش های ردیابی هدف سنتی به همان اندازه که تعداد حسگرها افزایش پیدا میکند، تعداد پیام هایی که به چاهک ارسال میشود افزایش مییابد و در نتیجه نیاز به پهنای باند بیشتری میباشد. بنابراین این روش تحمل خرابی خوبی به دلیل فقدان مقیاس پذیری و وجود خطا ندارد. علاوه بر این در روش های سنتی ردیابی هدف، وظیفه حس کردن توسط یک گره باعث عدم دقت و بار سنگین محاسباتی بر روی گره میشود. در شبکه های حسگر بیسیم هر گره از نظر انرژی محدود است، در نتیجه روش های ردیابی سنتی مبتنی بر الگوریتم های پردازش سیگنال پیچیده مفید نیستند.

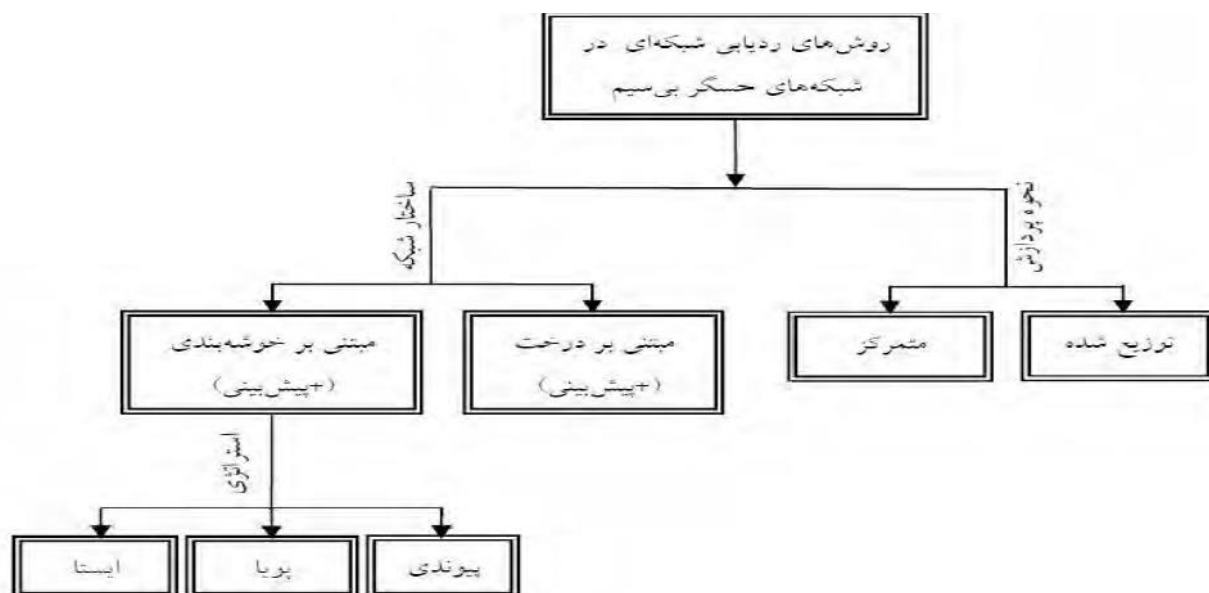
در برنامه های کاربردی ردیابی هدف گره های حسگری که میتوانند هدف را در یک زمان مشخص حس کنند در وضعیت فعال نگه داشته میشوند در حالیکه سایر گره ها در حالت غیر فعال نگه داشته میشوند بنابر این انرژی در آنها تا زمانی که هدف به آنها برسد ذخیره میشود. برای نظارت متوالی هدف متحرک، یک گروه از حسگرها میبایست در وضعیت فعال قرار بگیرند قبل از اینکه هدف به آنها برسد. تغییرات این گروه از حسگرهای فعال بستگی به سرعت حرکت هدف و زمان بندی سرخوشه دارد. در نهایت، ردیابی هدف به دنبال بدست آوردن تعادل بین منابع شبکه مانند انرژی، پهنای باند، و سربارها است. در ادامه برخی الگوریتمهای ردیابی هدف که امروزه در شبکه های حسگر بیسیم استفاده میشوند معرفی میشوند (12).

در صورتی که از روش های پیش بینی حرکت استفاده شود، میتوان گره های نواحی دیگر را که عمدتاً ناحیه های همسایه هستند و احتمال رفتن به آنها بیشتر است، پیش از رسیدن هدف به آن ناحیه فعال کرد.

مساله ردیابی هدف متحرک در حالی که ناحیه شامل گره های محاصره کننده نیز جابهجا میشوند، تحت عنوان مدل Frisbee شناخته شده است.

فصل 4: بررسی و دسته بندی روشهای ردیابی هدف در WSN

دسته بندی روش های ردیابی شبکه ای، ممکن است مبتنی بر خوشه و یا مبتنی بر درخت باشد. هر کدام از این روش ها میتوانند با استفاده از پیش بینی و یا بدون آن پیاده سازی شوند. روشهای مبتنی بر خوشه به دسته ایستا، پویا و پیوندی (ایستا پویا) تقسیم میشوند. با ترکیب هر دسته بندی با پیش بینی، در صورت درست بودن پیش بینی مکان بعدی هدف، به میزان قابل توجهی در مصرف انرژی صرفه جویی خواهد شد. در صورت نادرست بودن پیش بینی، احتمال گم شدن هدف افزایش یافته و الگوریتمهای بازیابی هدف مورد نیاز خواهد بود.



شکل (۴-۱): دسته بندی روش های ردیابی شبکه ای در شبکه های حسگر بیسیم

4-1- دسته بندی براساس نحوه پردازش

از منظر نحوه پردازش نیز الگوریتم ها را میتوان به دو دسته توزیع شده و متمرکز تقسیم کرد. در روش متمرکز، یک گره یا یک موجودیت مرکزی (اطلاعاتی از تمام شبکه به دست میآورد) با فرض ارسال اطلاعات از تمام گره ها به این گره (مرکزی) و سپس بر اساس این اطلاعات سراسری، ساختار بهینه (درخت یا خوشه) تشکیل میشود. در روش توزیع شده، گره ها با تبادل اطلاعات با همسایه های خود، ساختار مورد نظر را برای ردیابی تشکیل میدهند. هرچند که ممکن است ساختار ایجاد شده در روش های توزیع شده بهینه

نباشد، با این حال استفاده از اطلاعات محلی، سربار تبادل اطلاعات و مصرف انرژی تا حد زیادی کاهش مییابد، به گونه ای که عملاً در پیاده سازی یک روش ردیابی، روش های متمرکز به صرفه نیستند. شکل (4-1) این دسته بندی را نشان میدهد.

4-2- دسته بندی براساس ساختار شبکه

از منظر شکل گیری ساختار شبکه نیز الگوریتمها را میتوان به دو دسته مبتنی بر درخت و مبتنی بر خوشه تقسیم کرد.

4-2-1- روش های مبتنی بر خوشه

در روش های مبتنی بر خوشه، پیش از شروع به کار شبکه (ایستا) و یا همزمان با تشخیص هدف (پویا)، بین گره ها خوشه تشکیل میشود و سرگروه (سرخوشه) مشخص میشود. گره ها اطلاعات خود از هدف را به سرخوشه خود ارسال میکنند و سرخوشه پس از جمع آوری اطلاعات، محل هدف را مشخص کرده و گزارش مربوطه را به سمت چاهک میفرستد.

در صورتی که از پیش بینی نیز استفاده شود، قبل از حرکت هدف، خوشه بعدی توسط سر خوشه مشخص شده و یا خوشه تشکیل میشود و گره های ناحیه مورد نظر فعال میشوند. پس از مدت زمان مشخصی (یا با خروج هدف) سرخوشه جدید نقش سرخوشه قبلی را بر عهده میگیرد و گره های خوشه قبلی غیر فعال میشوند.

در روش های خوشه بندی ایستا، خوشه ها از ابتدا بین گره ها تشکیل میشود و با حرکت هدف، خوشه نزدیکتر فعال میشود. واضح است که این روش ها، دینامیک هدف (مدل حرکت هدف، سرعت آن، ...) را در نظر نمیگیرند و در مواقعی ناکارآمد خواهند بود، به عنوان مثال در کل شبکه خوشه ها تشکیل میشوند در صورتی که ممکن است خوشه هایی وجود داشته باشند که هدف اصلاً به آنها نزدیک نشود. در روش های خوشه بندی پویا ساخت خوشه ها با استفاده از اطلاعاتی از حرکت هدف خواهد بود. در این روشها، برای هدف های پیوسته (هدف هایی مانند گازهای شیمیایی و ..) با گسترش این نوع هدف ها در ناحیه، مرزها و تعداد خوشه ها نیز تغییر خواهند کرد. جدول (1-4) تعدادی از شناخته شده ترین روش های ردیابی مبتنی بر خوشه بندی را نشان میدهد.

نوع ساختار	روشها
مبتنی بر خوشه بندی پویا	معماری LESOP ³
	روش مبتنی بر عامل متحرک ⁴
	روش IDSQ ⁵
	روش DCS ⁶ و بهبود آن روش CODA ⁷
	روش DELTA ⁸
مبتنی بر خوشه بندی ایستا	روش DOT ⁹
	روش RARE-Area ¹⁰ و RARE-Node ¹¹
	روش خوشه بندی پویا با استفاده از حسگرهای صوتی
خوشه بندی ترکیبی	روش HCTT ¹²
	روش DPT ¹³
ترکیب خوشه بندی و پیش بینی	روش PES ¹⁴ و DPR ¹⁵
	روش PERMON ¹⁶

جدول (۴-۱): روشهای ردیابی شبکه بر اساس ساختار شبکه و مبتنی بر خوشه بندی

³ Low Energy Self-organizing Protocol

⁴ Mobile Agent-based method

⁵ Information-driven Dynamic Sensor Quering

⁶ Dynamic Cluster Structure

⁷ Continuous Object Detection and Tracking Algorithm

⁸ Distributed Event Localization and Tracking Algorithm

⁹ Dynamic Object Tracking

¹⁰ Reduce Area REporting

¹¹ Reduction of Active Node REdundancy

¹² Hybrid Clustering Target Tracking

¹³ Distributive Predictive Tracking

¹⁴ Prediction-based Energy Saving

¹⁵ Dual Prediction-based Reporting

¹⁶ PREdiction-based MONitoring

IDSQ -1-1-2-4

IDSQ (7) به حسگرها اجازه می‌دهد زمانی فعال شوند که رویداد جالب توجهی برای گزارش داشته باشند و تنها قسمتی از شبکه با بیشترین اطلاعات مفید با هزینه ارتباطی تعدیل شده فعال میشود .

DELTA-2-1-2-4

DELTA (13) یکی از الگوریتم‌های توزیع شده است. هدف را در سرعت ثابتی با تشکیل اتوماتیک خوشه و انتخاب سرخوشه دنبال میکند. مزیت این روش این است که محدوده ارتباطی گره حسگر بزرگتر از محدوده حس آن میباشد. اما اشکال اصلی این روش این است که تنها میتواند به هدف با سرعت ثابت رسیدگی کند و سرعت‌های گوناگون برای آن در نظر گرفته نشده است .

RARE-3-1-2-4

پروتکل ردیابی هدف از دو الگوریتم استفاده میکند، RARE-Area و RARE-Node . الگوریتم RARE-Area تعداد حسگرهای استفاده شده برای ردیابی را کاهش میدهد. الگوریتم RARE-Node مقدار داده‌های اضافی در شبکه را کاهش میدهد.

RARE-area-4-1-2-4

الگوریتم RARE-Area (7) از دو قسمت تشکیل شده است: اول، تعداد حسگرهای شرکت کننده در ردیابی را کاهش میدهد، و دوم مقدار داده‌های ارسالی برای سرخوشه را کنترل میکند. این دو هدف با استفاده از طرح وزن دار بدست می‌آیند. الگوریتم به حسگر داده وزن اختصاص میدهد و تنها حسگرهایی که مقدار وزن آنها بالاتر از حد آستانه باشد برای شرکت در ردیابی اجازه داده خواهد شد. به همان اندازه که فاصله بین هدف و حسگر افزایش مییابد، شدت سیگنال سنسور کاهش پیدا میکند، و اگر فاصله هدف کاهش یابد، درصد نویز در سیگنال دریافتی کاهش پیدا میکند. کیفیت میتواند به عنوان درصد نویز در سیگنال دریافتی هدف محاسبه شود.

RARE-Node -5-1-2-4

الگوریتم RARE-Node (22) تعیین میکند که داده‌ای که توسط یک گره تولید شده اضافی است یا نه. زمانی که الگوریتم بر روی یک گره اجرا میشود آن گره ابتدا بررسی میکند که آیا گره همسایه‌ای در محدوده حس آن قرار دارد یا خیر. اگر حسگری یافت نشود، پس داده اضافه نیست و به سمت سرخوشه می‌رود. اگر حسگر

همسایه وجود داشته باشد، الگوریتم نزدیکترین آنها را انتخاب میکند و بررسی میکند که آیا آن گره انرژی کافی برای ارسال داده به سرخوشه را دارد یا خیر. اگر انرژی کافی را داشته باشد، پس آن گره با در نظر گرفتن رابطه فاصله بین آنها مسئول ارسال داده به سرخوشه میشود. اگر همسایه انرژی کافی برای انتقال داده به سرخوشه نداشته باشد، آنگاه الگوریتم انرژی نزدیکترین گره همسایه بعدی به هدف را بررسی میکند تا زمانی که گره‌ای با انرژی کافی برای انتقال داده به سرخوشه یافت شود.

DCAT -6-1-2-4

DCAT اصولاً برای ردیابی تک هدفی استفاده میشود. با استفاده از دیاگرام ورونی¹⁷، خوشه‌ها تشکیل میشوند و تنها یک سرخوشه هنگامی فعال میشود که شدت صوت تشخیص داده شده توسط سرخوشه از حد آستانه از قبل تعیین شده‌ای تجاوز کند. سپس سرخوشه از سنسورهای مجاور خودش برای پیوستن به خوشه با ارسال بسته همه پختی سوال میکند. حسگر فاصله بین خودش و سرخوشه را حدس میزند، تصمیم میگیرد که به سرخوشه پاسخ دهد یا خیر. سرخوشه متد مکان یابی را برای تخمین مکان هدف بر مبنای پاسخ حسگر اجرا میکند و نتیجه را به چاهک میفرستد.

HPS-7-1-2-4

HPS با استفاده از تقسیم ورونی شکل مییابد و محل بعدی هدف توسط روش حداقل مربعات پیش بینی میشود.

۴-۲-۲- روش های مبتنی بر درخت

در روش های مبتنی بر درخت نیز، مشابه روشهای مبتنی بر خوشه، پیش از شروع به کار شبکه یا به محض تشخیص دادن هدف، ساختار درختی بین گره‌ها تشکیل میشود و هر گره، اطلاعات خود را به گره پدر میفرستد. با جمع آوری اطلاعات به سمت گره ریشه، محل هدف مشخص شده و گزارش مربوطه توسط ریشه به سمت چاهک ارسال می شود. علاوه بر این، با حرکت هدف، شاخه‌های درخت نیاز به هرس و یا اضافه کردن دارند که در نتیجه این عملیات، درخت به صورت پویا هدف را ردیابی خواهد کرد. (جدول (2-4) تعدادی از شناخته شده ترین روش های ردیابی مبتنی بر درخت را نشان میدهد.

روشها	نوع ساختار
-------	------------

¹⁷ Voroni

روش ¹⁸ DCTC	مبتنی بر درخت
روش ¹⁹ OCO	
روش مکاشفه ای	
روش ²⁰ DAB و بهبود آن تحت عنوان روش‌های DAT ²¹ و Z-DAT ²²	
روش DCTC	ترکیب روش‌های درختی با پیش بینی

جدول (۲-۴): روش‌های ردیابی شبکه بر اساس ساختار شبکه و مبتنی بر درخت

DCTC -1-2-2-4

DCTC (21) ابتدا هدف را تشخیص می‌دهد سپس با پیگیری در محیط اطراف به نظارت آن می‌پردازد. این الگوریتم مبتنی بر ساختار درختی است که درخت Convoy نامیده می‌شود که شامل گره‌های حسگر در اطراف شی متحرک می‌باشد، درخت برای اضافه و هرس کردن گره‌ها در طی جابجایی هدف ایجاد می‌شود. هدف ابتدا وارد ناحیه تشخیص می‌شود، گره‌های حسگر می‌توانند مختصات هدف تشخیص دهند و گره ریشه را انتخاب کنند و ساختار درخت convoy را تشکیل دهند. گره ریشه اطلاعات را از سایر گره‌ها جمع‌آوری می‌کند و از این اطلاعات برای بدست آوردن حرکت هدف با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی استفاده می‌کند. چالش بزرگ برای پیاده‌سازی چارچوب DCTC دوباره همبندی درخت Convoy در یک مسیر انرژی - بهینه‌نگامی که هدف حرکت می‌کند است. برخی راه‌حل‌ها برای پیاده‌سازی DCTC عبارتند از: درخت اولیه، توسعه درخت و هرس آن، دوباره همبندی درخت.

DAT-2-2-2-4

ردیابی هدف با دو عملیات اصلی سروکار دارد: بروز رسانی و پرس و جو. مکان‌ها بروز رسانی می‌شوند و پرس و جوها از روش‌های زیادی انجام می‌شوند. عموماً بروز رسانی‌ها زمانی اتفاق می‌افتند که هدف از محدوده یک حسگر به حسگر دیگری حرکت کند. برای پرسش و پاسخ یک راه، تحویل یک جریان پرس و جو به همه شبکه

¹⁸ Dynamic Convoy Tree-based Collacoration

¹⁹ Optimized communication and Organization

²⁰ Drain And Balance

²¹ Deviation-Avoidance Tree

²² Zone-based Deviation-Avoidance Tree

است. این فرایند ناکارا است چرا که انرژی قابل توجهی برای شبکه های گسترده یا زمانی که نرخ پرس و جوها زیاد است مصرف میشود.

روش دیگر، مکان یابی تمام اطلاعات چاهک است. بنابراین جریانی نیاز نمیباشد. اشکال آن این است که وقتی شیء ای مکرراً حرکت کند، پیامهای بروز رسانی بسیاری تولید خواهد شد. برای غلبه بر این مشکل، "ساختار درختی DAB" مفروض است، که پیامهای پرس و جو نیازی نیست در شبکه جریان پیدا کنند و پیام بروز رسانی هم همیشه به چاهک ارسال شود. اما این راه هم یک اشکال دارد، درخت DAB یک درخت منطقی است، نه نشان دهنده ساختار فیزیکی حسگر شبکه. هزینه ارتباطات به دلیل وجود ارتباطات چندگامی زیاد است. روشهای مفروض برای غلبه بر این موضوع DAT (17) و Z-DAT (10) میباشد. DAT با هر گره مانند یک زیر درخت یگانه رفتار میکند. لینک های بیشتری میتواند ضامن ارتباط این زیر درختها با یکدیگر باشد. انتهای یک زیر درخت به یک درخت متصل میشود DAT. دو مرحله دارد. مرحله اول رسیدن به هزینه بروز رسانی کمتر است، در حالی که مرحله دوم رسیدن به پرس و جوی کمتر است.

Z-DAT-3-2-2-4

Z-DAT شبیه به DAT است با این تفاوت که از لینکها به طور متفاوتی استفاده میکند DAT. و DAT هزینه بروز رسانی را کاهش میدهند اما برخی خطاها ممکن است برای کاهش هزینه پرس و جو اتفاق بیافتد. برای غلبه بر این مشکل ²³ QCR طراحی شد، که هزینه کلی بروز رسانی و پرس و جو را با تعدیل درخت ردیابی بدست آمده از DAT/Z-DAT کاهش میدهد.

DOT -4-2-2-4

DOT پروتکلی برای گزارش ردیابی اطلاعات حرکت شیء به منبع حرکت است. همسایگان با گراف گابریل²⁴ شناسایی میشوند. در کشف هدف، منبع درخواستی به گره های حسگر ارسال میکند و گره نزدیک به هدف پاسخ را باز میگرداند. برای کشف هدف متحرک، همسایگان اطراف هدف بیدار میشوند. در ردیابی هدف، منبع درخواستی را به گره راهنما²⁵ (گره های که اطلاعات ردیابی را نگهداری میکند) ارسال میکند، که مکان بعدی هدف را پاسخ باز میگرداند و گره منبع آنرا به گره راهنمای بعدی ارسال میکند. این فرایند تا زمانی که منبع هدف را بگیرد ادامه دارد.

²³ Query Cost Reduction

²⁴ Gabriel graph

²⁵ Beacon node

OCO-5-2-2-4

OCO (19) یک روش مبتنی بر درخت برای ردیابی هدف است. که قابلیت‌های مسیریابی و خود سازماندهی را با سربار محاسباتی کم برای گره‌های حسگر فراهم میکند. OCO. چهار مرحله دارد: جمع‌آوری موقعیت، پردازش، ردیابی و پشتیبانی. مرحله جمع‌آوری موقعیت، گره حسگر اصلی را برای جمع‌آوری موقعیت‌های تمامی گره‌ها در شبکه درگیر میکند. مرحله پردازش، گره‌های اضافی را حذف میکند، گره‌های مجاور را تشخیص میدهد، و مسیریابی میکند.

مرحله ردیابی، تمامی اشیائی که وارد شبکه میشوند را تشخیص میدهد. معمولاً، سنسورهای روی مرز همیشه روشن هستند. وقتی حسگر مرزی یک شیء را تشخیص دهد، به طور دوره‌ای اطلاعات وکلاً خود را به گره حسگر اصلی توسط شناسه پدرش ارسال میکند. هنگامی که شیء را گم میکند پیامی را برای روشن کردن تمامی همسایگان ارسال میکند. اگر همسایه هدف را تشخیص داد، اطلاعات مکانی خود را به گره اصلی می‌فرستد، و اگر فوراً هدف گم شد، تمامی همسایگان را روشن میکند، و به همین صورت ادامه دارد. اگر گره فعال همسایه چیزی را تشخیص نداد، بعد از بازه زمانی کوتاهی خاموش میشود. در این روش گره اصلی گره‌های مرده را پاک میکند و سپس شبکه را دوباره با پروسیجر چهار مرحله‌ای سازماندهی می‌کند.

3-4- راه‌های کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم

عمده‌ترین روشها برای کاهش مصرف انرژی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم استفاده از روشهای مبتنی بر چرخه وظایف²⁶ است. روشهای مبتنی بر چرخه وظایف عمدتاً بر زیر سیستم شبکه‌های تمرکز دارند. در مواقعی که ارتباط مورد نیاز نمیباشد، عملی که میتواند بیشترین تاثیر را در ذخیره سازی انرژی داشته باشد، قرار دادن آنتن فرستنده و گیرنده در حالت خواب است. به طور ایده آل، رادیو باید به محض اینکه دیگر داده‌ای برای ارسال یا دریافت ندارد، خاموش شده و به محض اینکه بسته جدیدی برای ارسال یا دریافت دارد، فعال شود. بدین روش، گره‌ها بر اساس فعالیت شبکه، بین دوره‌های فعال و غیر فعال بطور متناوب در گذر هستند. به این رفتار اصطلاحاً چرخه وظایف میگویند. در واقع چرخه وظایف، کسری از زمان است که گره‌ها در طی طول عمر خود فعال هستند. وقتی گره

²⁶ Duty Cycle

های حسگر یک عمل اشتراکی را انجام میدهند، نیاز به هماهنگی زمان های خواب و بیداری دارند. بنابراین همراه هر روش چرخه وظایف، یک الگوریتم زمان بندی خواب و بیداری وجود دارد. معمولاً این الگوریتم یک الگوریتم توزیع شده بوده و مبتنی بر آن است که کدام یک از گره های حسگر تصمیم بگیرند که چه وقت از حالت فعال (بیدار) به غیر فعال (خواب) تغییر وضعیت پیدا کنند. این الگوریتم به گره های همسایه امکان میدهد تا در آن واحد فعال شوند. بنابراین مبادله بسته ها را حتی وقتی گره ها با چرخه وظایف پایینی کار میکنند، امکان پذیر میسازد. همانگونه که در روش های گذشته قابل مشاهده است، تاثیر استفاده از روش چرخه وظایف نقش بسیار زیادی در افزایش کارایی شبکه و کاهش سربار و در کل کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه دارد. لذا بیشتر الگوریتم های کشف و شناسایی هدف از این الگو استفاده میکنند.

4-4-معایب روشهای موجود

۴-۴-۱-روش های پیش بینی مبتنی بر خوشه

خوشه بندی از الگوریتم های بسیار کارآمد در شبکه های حسگر بیسیم به منظور کاهش مصرف انرژی است. در اینجا، چنانچه مقصود تنها کشف هدف باشد، استفاده از روشهای خوشه بندی با چالش هایی روبرو هستند. ابتدا برای تشکیلخوشه، هزینه های به شبکه تحمیل میشود. علاوه بر این هزینه، زمانی نیز صرف عملیات خوشه بندی میشود که باید در نظر گرفته شود مخصوصاً در مواردی که هدف بسیار سریع حرکت میکند و نیاز به تصمیمات بلادرنگ داریم. از سوی دیگر، بعد از تشکیل خوشهها فرآیند ارسال اطلاعات به ایستگاه پایه طی دو مرحله انجام میشود، مرحله اول از گره به سرخوشه و در مرحله دوم از سرخوشه به ایستگاه پایه. اطلاعات دریافت شده بعد از یک فشرده سازی به ایستگاه پایه ارسال میشوند. در بسیاری از الگوریتمهای خوشه بندی نظیر LEACH، سرخوشه صبر میکند تا اطلاعات تمام اعضای خوشه را دریافت کند و بعد از فشرده سازی آن را به ایستگاه مقصد هدایت کند. این موضوع خود باعث اتلاف زمان میگردد. لذا استفاده از روشهای مبتنی بر خوشه همواره نتایج مطلوبی را فراهم نمیکند.

۴-۴-۲-روش های پیش بینی مبتنی بر ساختار درخت

ساختارهای درختی نیز نظیر روش های خوشه بندی عمل میکنند و معایب ذکر شده را دارند. سرعت ارسال اطلاعات کشف هدف در این ساختار به مراتب کندتر از روش های خوشه بندی میباشد به علاوه ساخت و اصلاح درخت در مقایسه با خوشه بندی سربار بیشتری به شبکه تحمیل میکند. برای حل این مشکل، در مقاله ای نویسندگان سعی در اصلاح روش ردیابی با کاهش تعداد گره های درگیر در ردیابی و استفاده از چندین گره جانبی به عنوان گره های واسطه کرده اند. روش اشاره شده، معایب روش های قبلی را به خوبی برطرف میکند و تعداد گره های درگیر را تا میزان قابل توجهی کاهش میدهد. این امر باعث کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه میشود.

فصل 5 : چالش ها و کاربردها

در این بخش به چالشها و کاربردهای شبکه های حسگر بی سیم میپردازیم.

5-1- چالشهای شبکه حسگر بیسیم

به طور کلی شبکه های حسگر با مسائل فنی از قبیل پردازش داده، ارتباطات و مدیریت حسگرها روبرو هستند و از دلائلی که سبب به وجود آمدن این مسائل شده است میتوان به استفاده از این شبکه ها در محیطهای خشن (گرمای زیاد)، نامعین و دینامیک و همراه با محدودیتهای پهنای باند و انرژی اشاره کرد. همین عوامل سبب شده است تا شبکه های موردی (بدون زیر ساختار) در مسیریابی و کنترل شبکه، پردازش اطلاعات مشترک، روشهای تقاضا و انجام وظایف خود دچار مشکل گردند.

آگاهی از ویژگیهای شبکه، یکی از اصول اساسی در عملکرد صحیح حسگرهاست (5). هر گره لازم است که از مشخصات و محل همسایگان خود آگاهی یابد تا بتواند با آنها اطلاعات رد و بدل کرده و همکاری داشته باشد. در شبکه های ادهاک (بدون زیر ساختار)، توپولوژی شبکه بایستی کاملاً به صورت بلادرنگ عمل کرده و شبکه را نوسازی کند تا حسگرهای خراب شده را حذف و حسگرهای تازه را به شبکه اضافه نماید. اطلاع از کل شبکه برای حس کننده لازم نیست. بنابراین اگر حسگرها از همسایگان خود اطلاع داشته باشند کافیهست. از طرفی دیگر، هر حسگر بایستی مکان خود را از نظر مختصات تا حدودی بداند. هنگامیکه استفاده از ابزارهای گران قیمتی مانند GPS در دسترس نباشد، الگوریتمهایی بایستی وجود داشته باشند تا حسگر، مختصات خود را به کمک آنها تخمین بزند.

در شبکه ای که منابع، انرژی، پهنای باند و توان پردازش، به طور دائمی در حال تغییر است و سیستم بایستی به صورت خودکار به حیات خود ادامه دهد، تغییر در ساختار آن، یک نیاز اساسی است. به دلیل این که طرح خاصی برای ارتباطات در شبکه های بدون زیر ساختار وجود ندارد ارتباط بین الگوریتمها و نرم افزارها ضروری است، به ویژه وقتی که لینکهای ارتباطی به دلیل غیرقابل اطمینان بودن و محوشدگی ممکن است حذف شوند. به همین دلیل، تحقیقات بر روی موضوعات مربوط به اندازه شبکه ها و تعداد لینکها و گره ها برای پایین آوردن خطا و بالا بردن قابلیت اطمینان در شبکه ضروری به نظر میرسد.

همچنین شبکه هایی که بر روی زمین ایجاد می شوند به دلیل این که از امواج RF استفاده می کنند و این امواج قدرتشان با افزایش مسافت کاهش پیدا می کند از این رو مدیریت خوبی بر روی تجهیزات ارتباطی و مصرف انرژی طلب می کنند. از طرف دیگر، استفاده از روشهای استفاده شده در اینترنت مانند ایجاد IP، به دلیل تعداد بالای گره های حسگر امکان پذیر نیست. در واقع ما باید بتوانیم شبکه را به هر اندازه ای که می خواهیم گسترش دهیم و لذا هیچگونه IP ای در شبکه نباید استفاده کنیم، زیرا استفاده از IP نیاز به داشتن جداول نگهداری آن را در پی خواهد داشت و این امر به دلیل محدودیت حافظه و انرژی گره ها امکان پذیر نیست. علاوه بر مسئله

آدرس دهی در شبکه، مسئله مسیریابی نیز با توجه به هندسه زمین و صرفه جویی در انرژی بایستی حل شود(9).

از موارد مهم دیگر در طراحی شبکه، چگونگی تاثیر پارامترهای سیستم (اندازه شبکه، چگالی گره ها، شعاع ارتباطی گره ها، فاصله ایستگاه پایه نهایی و غیره) در تاخیر، قابلیت اطمینان و انرژی شبکه است. گره های موجود در شبکه حسگر، باید برای جمع آوری و پردازش داده همکاری کرده و اطلاعات مناسبی تولید کنند. پردازش اطلاعات و به وجود آوردن سیگنالهایی برای همکاری در شبکه های حسگر بیسیم، یکی از موضوعات مهم در طراحی بوده و مربوط به پیوند اطلاعات در شبکه های پخش شده می شود. آن چه در این باره مهم است مرتبه اطلاعات تسهیم شده بین گره ها و چگونگی پیوند این اطلاعات در گره هاست. به طور کلی، پردازش اطلاعات مربوط به حسگرهایی که تعداد آنها زیاد است (منابع اطلاعاتی)، به دلیل افزایش دقت دارای کارایی مناسب تری است ولی نیاز به منابع ارتباطی بالا و مصرف انرژی زیادی دارد. از این رو طراح این گونه شبکه ها بایستی نوعی مصالح بین کارایی شبکه و استفاده از منابع شبکه برقرار کند.

هنگامی که گرهی اطلاعات را از گره دیگر دریافت می کند، این اطلاعات بایستی با اطلاعات خود گره پیوند و ترکیب شوند. روشهای پیوند اطلاعات که از قوانین ساده شروع و به مدل های جدید می رسند همگی وابسته به چگونگی تولید اطلاعات هستند. در محیط شبکه ممکن است اطلاعات با گذشتن از چندین گره به گره مورد نظر برسند از این رو، الگوریتم پیوند بایستی وابستگی اطلاعات رسیده را تشخیص داده و از پیوند مجدد آنها جلوگیری کند. روشی که در بسیاری از شبکه ها استفاده می شود نگه داشتن سابقه داده و مسیر آن است، اما ممکن است این روش برای شبکه های دارای تعداد بسیار زیاد گره حسگر و با محدودیت انرژی و منابع پردازشی و ارتباطی عملی نباشد(9،4).

شبکه های حسگر در بسیاری موارد برای تشخیص، ردگیری و طبقه بندی اهداف به کار می روند. بنابراین تشریک داده، هنگامی که چندین هدف در یک ناحیه کوچک داشته باشیم یک مسئله ضروری است. هر گره بایستی مقادیر به دست آورده برای یک هدف را با مقادیر به دست آمده از گره های دیگر یکسان سازد تا علاوه بر جلوگیری از مقادیر تکراری، پیوند داده نیز امکان پذیر باشد. تشریک داده بهینه به صورت محاسباتی نیاز به پهنای باند کافی دارد. از این رو در تشریک داده، بایستی موازنه ای بین کارایی و استفاده از منابع، برقرار گردد. از موضوعات دیگری که بایستی در پردازش داده به آن توجه گردد چگونگی داشتن قابلیت اطمینان در شبکه با تاخیرهای موجود و همچنین افزایش عمر شبکه است. شبکه ای متشکل از حس کننده های ارزان قیمت، از نمونه برداری ساده بدون نیاز به الگوریتم های پیچیده استفاده می کند. برخی الگوریتم ها ممکن است از

لحاظ سرعت پردازنده و توانایی ارسال و دریافت، غیر همزمان باشند. گره های حسگر بایستی به طور متناوب دقت نتایج خود را بسنجند و این عمل را تا رسیدن به دقت مطلوب ادامه دهند.

در شبکه های حسگر، داده ها از محیط پیرامون جمع می شوند و در بانک اطلاعات حسگرها ذخیره می شوند. داده در گره هایی منتشر می شود که توسط لینکهای غیر قابل اطمینان به یکدیگر وصل شده اند. همین کار، بانک اطلاعاتی را با چالشهایی در زمینه مقدار تاخیر، بلادرنگ بودن و بالا بودن قابلیت اطمینان رو به رو می کند. برای کاربرها مهم است که با یک واسط ساده، شبکه را مورد پرس و جو قرار دهند. به عنوان مثال، این واسط می تواند واحدی باشد که ورودی صوتی قبول میکند. کاربران بایستی قادر باشند فرمانهایی از قبیل تغییر در اولویت بندی و تغییر نوع هدفها را صادر نمایند. بنابراین یکی از چالشهای مهم در مورد این شبکه ها، طراحی زبانی است که بتوان، توسط آن بانک اطلاعاتی شبکه حسگر را مورد پرس و جو قرار داد.

چالش دیگر، پیدا کردن روشی مناسب و موثر در جمع آوری داده از پرس و جوی انجام شده و چگونگی جایگذاری و مدیریت داده در آن می باشد. همچنین در نظر گرفتن روشهای امنیتی در طراحی شبکه بسیار ضروری است. از آنجایی که در اینگونه شبکه ارتباطات به صورت بیسیم انجام می شود لذا آسیب پذیری آنها بالاست. بنابراین ارتباطات بیسیم بایستی به صورتی باشد که توسط گیرنده هایی که می توانند سبب مزاحمت شوند تشخیص داده نشوند. به همین دلیل، این شبکه ها بایستی از نفوذ عوامل ناخواسته محافظت گردند (9).

5-2- کاربردهای شبکه حسگر بیسیم

کاربردها به سه دسته نظامی، تجاری و پزشکی تقسیم می شوند. سیستم های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده بانی و میدان مین هوشمند دفاعی از کاربردهای نظامی می باشد. در کاربردهای مراقبت پزشکی، سیستم های مراقبت از بیماران ناتوان که مراقبی ندارند، محیط های هوشمند برای افراد سالخورده و شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربردهای آن است. کاربردهای تجاری طیف وسیعی از کاربردها را شامل می شود مانند سیستم های امنیتی تشخیص و مقابله با سرقت، آتش سوزی در جنگل، تشخیص آلودگی های زیست محیطی از قبیل آلودگی های شیمیایی، میکروبی، هسته ای، سیستم های ردگیری، نظارت و کنترل وسایل نقلیه و ترافیک، کنترل کیفیت تولیدات صنعتی، مطالعه در مورد پدیده های طبیعی مثل گردباد، زلزله، سیل و تحقیق در مورد زندگی گونه های خاص از گیاهان و جانوران و... در برخی از کاربردها نیز شبکه حس/کار به عنوان گروهی از روبات های کوچک که با همکاری هم فعالیت خاصی را انجام می دهند استفاده می شود.

فصل 6 : پیشینه تحقیق

ادبیات ردیابی به علت رویکرد های بسیار زیاد (به تعداد کاربردهای مختلف)، بسیار گسترده و وسیع است. تا کنون متخصصان زیادی از گرایش الکترونیک، مخابرات، کامپیوتر، کنترل و ریاضی رویکرد های مختلفی را برای حل مسئله ردیابی شیء ارائه داده اند.

. در پژوهش (16) روش هایی که در حوزه ردیابی کلی اشیاء ارائه شده در نظر گرفته شده است و روش هایی که تنها برای یک شیء خاص به کار می روند مورد تحقیق قرار نگرفته اند. برای مثال آن دسته از روش های ردیابی افراد که از جنبش شناسی (Kinematic) بدن به عنوان اساس پیاده سازی استفاده می کنند یا روش هایی که تنها برای ردیابی اشیاء مفصلی به کار رفته اند و قابل استفاده برای اشیاء غیر مفصلی نیستند در اینجا مد نظر قرار نگرفته است.

در پژوهش (2)، یک پروتکل ردیابی ایمن و جدید ارائه کردند که به طور همزمان امنیت و ردیابی شیء را بررسی می کند. ایده اساسی پروتکل پیشنهادی این است که امنیت ردیابی را با استفاده از اعتبار مفهوم اعتماد بر پایه گره های حسگر جداگانه تضمین کند. نتایج ارزیابی عملکرد نشان می دهد که پروتکل پیشنهادی به شبکه اجازه می دهد تا اطمینان از داده های ردیابی را حتی در صورت وجود گره های آسیب پذیر حفظ کند، و به این ترتیب فرآیند ردیابی شیء ایمن و قابل اطمینان را به دست می آورد.

در پژوهش (15) روند یافتن مرز برای کاهش مصرف انرژی را معرفی میکنند. هدف این کار این است که یک گره حسگر متحرک را با استفاده از اطلاعات از یک گروه از گره های گره دوتایی، اندازه گیری کند که گره متحرک در حال حرکت را ردیابی می کند. در هر گره سنسوری مشاهدات را به واحد پردازش مرکزی ارسال می کند. در این کار از محدودیت مقدار ارتباطات و مصرف انرژی و از گره های مرزی که حاوی اطلاعات مفید در پیدا کردن محل گره متحرک است استفاده کرده اند. این فرایند بر اساس اطلاعات همسایه است که می تواند مورد استفاده قرار گیرد تا تایید کند که آیا گره درخواست گره مرزی بین دو گروه داده است یا نه. پس از آن، ماشین بردار پشتیبان (SVM) مسئول طبقه بندی گروه داده ها است.

در پژوهش (23) با توجه به اینکه مشکل پوشش، به عنوان یک مشکل اساسی تقریباً برای تمام انواع برنامه های کاربردی در شبکه های حسگر بی سیم (WSNs) است. گاهی پوشش کامل بهترین روش برای نشان دادن بعضی از برنامه های دنیای واقعی به دلیل محدودیت های شدید و ویژگی های قطعی آن، نیست. از این دیدگاه، راهی بهتر، معرفی عدم قطعیت مشکلات پوشش است. برای این منظور این پژوهش ابتدا مجموعه ای از

مفاهیم پایه ای از مشکلات پوشش با خواص نامعلوم معرفی کرده و سپس مدل های مربوطه مانند مدل های تشخیص، مدل های شبکه و مدل های استقرار را خلاصه کرده است. بر اساس این مدل ها، سه هدف اصلی را برای به حداکثر رساندن کیفیت پوشش، برای به حداکثر رساندن طول عمر شبکه و برای کاهش تعداد سنسورها برای مشکلات پوشش با خواص نامعلوم، مورد بحث قرار می دهد. سپس، چند استراتژی راه حل برای این سه هدف را نشان می دهد، مانند استقرار، برنامه ریزی یا انتخاب و حرکت و یا تنظیم. سپس، راه حل ها (الگوریتم ها) را از جنبه های مختلف، یعنی سنتی و اکتشافی، تقریبی، توزیع شده، متمرکز و الگوریتم های تصادفی طبقه بندی می کند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل نظری برای الگوریتم ها و سیستم عامل ها برای شبیه سازی آزمایش های عددی نیز مشخص شده است. در نهایت، در مورد چالش های آینده و جهت تحقیق در مورد مشکلات پوشش با خواص نامعلوم بحث می کند.

در پژوهش (3) مأموریت تحقیق شامل یک هدف در حال حرکت با یک مسیر شناخته شده است، مانند قطار در یک راه آهن و یا یک هواپیما در مسیر خطوط هوایی. برای صرفه جویی در انرژی، هدف باید دقیقاً توسط یک سنسور در هر زمان تحت نظارت باشد. در این شرایط، سنسورها ممکن است در طی مأموریت قابل دسترسی نباشند و هدف ممکن است زود یا ناگهانی باشد. بنابراین، هدف ایجاد یک برنامه استاتیک از فعالیت های سنجش است که مقاومت در برابر این اختلالات است. الگوریتم دو مرحله ای شبه چند جمله ای پیشنهاد شده است. مرحله اول، داده های ورودی را تفکیک پذیری و پردازش می کند و یک فرمول ریاضی از مشکل زمان بندی ارائه میدهد. سپس، رویکرد دوگانگی که مسائل حمل و نقل را در هر تکرار حل می کند معرفی شده است. آخرین مرحله با حل یک برنامه خطی حل می شود.

در پژوهش (20) هدف، پیگیری هدف مبتنی بر مدل چندگانه تعاملی IMM در WSN است. مدل چندگانه تعاملی (IMM) یک طرح محبوب برای ردیابی دقیق هدف است. طرح ردیابی موجود مورد استفاده در WSN از فیلتر Kalman (KF) استفاده می کند که به دلیل عدم دسترسی داده های هدف در فواصل منظم و گم شدن بسته ها نمیتواند هدف دقیق را دنبال کند. اگرچه ردیابی مبتنی بر KF موجود در طرح WSN هدف را کشف می کند، اما هدف را تشخیص نمیدهد. برای غلبه بر این مشکلات، این مقاله پیگیری هدف مبتنی بر مدل چندگانه تعاملی IMM در WSN به نام ITTWSN که از چندین مدل (سرعت و شتاب) برای رسیدگی به اهداف مانور و غیر مانور و چندین سنسور برای شناسایی و تعیین اهداف استفاده کند را پیشنهاد می کند.

عملکرد ITTWSN پیشنهادی با طرح KF مقایسه شده و مشخص شده است که دقت ITTWSN پیشنهادی بهتر از رویکرد مبتنی بر KF است.

ردیابی متعارف در شبکه های حسگر بی سیم نیاز به استفاده از انواع سنسورهای از قبل تعریف شده دارد، که در صورت مواجه شدن با تطبیق پذیری و محدودیت های مقیاس پذیری، چالش هایی را ایجاد می کند. در پژوهش (18) سنسورهای ناهمگن را معرفی می کند و چارچوب ردیابی حسگر مستقل را پیشنهاد می دهد. (Adaptive GRiD) شبکه تطبیقی توزیع یک فرمت داده های رایج برای اجازه دادن به حسگر های ناهمگن به طور همگانی فراهم می کند. چارچوب پیشنهادی با شبیه سازی، مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج نشان می دهد که تکنیک Adaptive GRiD برآورد موقعیت مکانی بهتر بر روی یک رویکرد شبکه مشبک معمولی به ارمغان می آورد.

فصل 7 : نتیجه گیری

در این سمینار به بررسی مفهوم شبکه های حسگر بیسیم و ساختار و نحوه عملکرد آن پرداختیم و همچنین روش های جدید ردیابی هدف را معرفی و سپس دسته بندی نموده ایم.

در زمینه ردیابی اهداف متحرک موضوع مصرف انرژی جهت افزایش طول عمر شبکه بسیار مهم می باشد. امید می رود که با توجه به پیشرفت تکنولوژی ساخت نود های سنسوری و طراحی پروتکل های جدیدی که بر پایه مصرف انرژی می باشند موفقیت های زیادی در این زمینه را شاهد باشیم.

عامل مهم دیگری که در زمینه ردیابی اهداف بسیار مهم است، مساله تعیین فرکانس بیدار باش نود های اشاره شد، فرکانس بیدار باش نود های MOT سنسوری می باشد. همچنان که در بحث پروتکل سنسوری با دقت عملکردی شبکه های سنسوری و طول عمر شبکه سنسوری نسبت مستقیم دارد. اما در صورتی که بتوان این فرکانس را با توجه به سرعت حرکت هدف تعیین کرد به طوریکه با افزایش سرعت حرکت هدف، پریود بیدار باش نود ها کمتر گردد، در این صورت امید می رود که نتایج بهتری کسب گردد.

منابع

- [1] A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, and D. Culler. Wireless sensor networks for habitat monitoring, ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications, 2002.
- [2] A. Oracevic, S. Akbas, S. Ozdemir. Secure and reliable object tracking in wireless sensor networks. *Computers & Security*. 24-6-2017
- [3] C. Lersteau, A. Rossi, M. Sevaux. Robust scheduling of wireless sensor networks for target tracking under uncertainty. *European Journal of Operational Research* .12 January 2016
- [4] D. Estrin, L. Girod, G. Pottie, and M. Srivastava, "Instrumenting the World with Wireless Sensor Networks," in International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2001), Salt Lake City, Utah, May 2001.
- [5] D. Estrin, R. Govindan, J. Heidemann, and Satish Kumar, "Next Century Challenges: Scalable Coordination in Sensor Networks," In Proceedings of Mobicom'99, 1999.
- [6] D.Li, K. Wong, Y. Hu, A. Sayeed, Detection, classification and tracking of targets in distributed sensor networks, IEEE Signal Processing Magazine, vol. 19, no. 2, pp.17-29, Mar. 2002.
- [7] F. Zhao, J. Shin و J. Reich “, Information-driven dynamic sensor collaboration for tracking applications”, IEEE *Signal Processing Magazine* .2002.
- [8] IF. Akyildiz, Su. W, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayiaci. wireless sensor networks survey. computer networks: the international journal of computer and telecommunications networking march 2002;38(4):393-422.
- [9] J. M. Kahn, R. H. Katz and K. S. J. Pister, "Next Century Challenges: Mobile Networking for Smart Dust," in the 5 th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom 99), Aug. 1999, pp. 271-278.

- [10] K. N. S. M. a. N. V. X. Yu “, Adaptive Target Tracking in Sensor Networks,” *Proc. of Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference (CNDS)*,14’ San Diego, .2004
- [11] K. Ramya, K. p. Kumar و V. s. Roa “, A Survey on Target Tracking Techniques in Wireless Sensor Networks”, *International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES)*, (3, 4 pp. - 16 1,) .2002
- [12] M. Naderan, M. Dehghan, H. Pedram و V. Hakami “, Survey of mobile object tracking protocols Survey of mobile object tracking protocols perspective”, *Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 11, 1 pp. - 63 34, .2012
- [13] M. Walchli, P. Walchli, M. Meer و T. Braun “, Distributed Event Localization and Tracking with Wireless Sensors,” و *Proc. of the 5 th Int. Conf. on Wired/Wireless Internet Communications (WWIC)*, Coimbra, Portugal, .2007
- [14] M. Duarte, Y. Hen Hu, Vehicle classification in distributed sensor networks, *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 2004.
- [15] N. Cota, T. Kasetkasemb, L. Kovavisaruch, K. Yamaokad. A Robust and Energy-efficient Object Tracking Algorithm for a Wireless Sensor Network. *Procedia Computer Science*. 86, 425 – 428 (2016).
- [16] S. Kim, H. S. Choi, K. M. Yi, J. Y. Choi and S. G. Kong, “Intelligent Visual Surveillance - A Survey,” *International Journal of Control, Automation, and Systems*, Vol. 8, No. 5, pp. 926–939, 2010.
- [17] S. G. a. T. Imielinski “, Prediction-based Monitoring in Sensor Networks: Taking Lessons from MPEG”, *ACM SIGCOM, Comp. Comm. Review*, 31, 5 pp.- 89 92, .2001
- [18] S. Sleep, A. Dadej, I. Lee. Representing arbitrary sensor observations for target tracking in wireless sensor networks. *Computers and Electrical Engineering* 0 0 0 (2016) 1–11. 25 November 2016
- [19] S. T. a. T. Yang “, OCO: Optimized Communication and Organization for target Tracking in Wireless Sensor Networks,” و *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Sensor Networks Ubiquitous and Trustworthy Computing (SUTC)*, Taichung, Taiwan, .2006
- [20] S. Vasuhi, V. Vaideh. Target tracking using Interactive Multiple Model for Wireless Sensor Network. *Information Fusion*. 16 May 2015

[21] W. Z. a. G. Cao “, DCTC: Dynamic Convoy Tree-based Collaboration for Target Tracking in Sensor Networks”, *IEEE Trans. on Wireless Communcations*, 3, 5 pp. - 1711 1698, .2004

[22] X. Ji, H. Zha, J. Metzner و G. Kesidis “, Dynamic Cluster Structure for Object Detection and Tracking in Wireless Ad-hoc Sensor Networks,” *Proc. of the IEEE ICC, Paris, France*, .2004

[23] Y. Wang, S. Wu, Z. Chen, X. Gao_, G. Chen. Coverage Problem with Uncertain Properties in Wireless Sensor Networks: A Survey. *Computer Network*. 8 May 2017