پوشش درشبکه های حسگر بیسیم
Coverage

محمد حسین یغمایی مقدم
جواد ملک شاهکوهی

مقدمه

- در شبکه های حسگر، حسگر های زیادی در محیط پراکنده می شوند و **شروع به نمونه برداری** و **اندازه گیری نمونه های محیطی** می کنند و **سپس نتایج را پردازش** می کنند در صورت نیاز آنها را **برای گره اصلی ارسال** می کنند.

- این شبکه ها بصورت خودکار بدون دخالت انسان کارهای خود را انجام می دهند.

- در این شبکه ها برخی از مسائل مانند **سطح ناحیه پوشش** و **انرژی مصرفی** از مسائل مهمی محسوب می شوند که در این زمینه ها تحقیقات زیادی انجام شده است.

- شبکه های حسگر تعدادی از مسائل بهینه سازی ومفهومی جدید را مطرح می کنند. بعضی از مسائل مثل **مکان یابی حسگرها**، **استقرار** و **پیگیری آنها** مسائل اساسی هستند چرا که بسیاری از کاربردها برای اطلاعات لازم به آنها اتکا دارند.

خصوصیات شبکه های حسگر بی سیم

- شبکه حسگر می تواند **تعداد زیادی گره حسگر** باشند **که در محیط پخش** می شوند.
- گرههای حسگر **بخاطر مشکلات که نحوه پخش کردن** آنها وجود دارد **ممکن باعث چگال شـــدن** محـیط شوند (پخش شدن نامناسب حسگر ها در محیط).
- چون ممکن است در شبکه حسگر از **حسگرهای متحرک** استفاده کنـیم **ناحیه ای که توسط آنها پوشـش داده می شود می تواند تغییر کند** و همچنین **همبندی شبکه ها نیز تحت تاثیر قرار می گیرد**.
- ارسال اطلاعات در این شبکه ها بصورت پخشی (Broadcast) است.
- گرههای حسگر دارای **محدودیت های انرژی مصرفی**، **ظرفیت محاسبات**، **پردازش** و **حافظه** هستند.
- گرههای حسگر **بدلیل سرریز** و **تعداد زیاد حسگرهای موجود** در شبکه **دارای شناسه نیستند**.
- شبکه های حسگر دارای کاربردهای مختلف نظامی، هواشناسی، کشاورزی، زمین شناسـی و مطالعـه آلـودگی هوا دارد. این شبکه ها قابلیت اتصال به اینترنت و کنترل از راه دور را نیز دارند.

فاکتورها و پارامترهای موثر در شبکه های حسگر

- در طراحی یک شبکه حسگر توجه به چند پارامتر تاثیرگذار می باشد:
  - تحمل پذیری خطا
  - مقیاس پذیری
  - هزینه تولید
  - محیط کاری
  - توپولوژی شبکه حسگر
  - محدودیت های سخت افزاری
  - محیط انتقال
  - پوشش و تغییرات آن
  - مصرف انرژی
  - حرکت حسگر ها

- این فاکتورها توسط محققان زیادی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته اند.
- البته این فاکتورها با یکدیگر برخی تناقضات و تضادهایی نیز دارند و تامین تمام موارد آنها ممکن است امکان پذیر نباشد. این **فاکتورها بخاطر اینکه بعنوان خط مشی طراحی الگوریتم ها و پروتکل های شبکه حسگر می باشند مهم می باشند.**

فاکتورها و پارامترهای موثر در شبکه های حسگر

- **تحمل پذیری خطا**
  - بعضی از گرههای حسگر ممکن است بعلت مسـائل مختلـف مثل فقدان برق مصرفی از کار بیفتد.
  - نباید از کار افتادن یک حسگر باعث از کار افتادن کل شبکه شود و روی کارکرد آنها تاثیر بگذارد.

فاکتورها و پارامترهای موثر در شبکه های حسگر

- **مقایس پذیری**
  - تغییرات شبکه:
    - اندازه ناحیه پوشش
    - تعداد حسگرها
    - محل استقرار گرها

- هر الگوریتم و یا راه حلی برای برای شبکه های حسگر ارائه می شود، این راه حل ها باید برای زمانی که شبکه تغییر می کند نیز کارا باشند و نتایجی که تولید می کنند برای حالت جدید درست باشد.

فاکتورها و پارامترهای موثر در شبکه های حسگر

- **محدودیت های سخت افزاری**
  - یک گره حسگر از چهار قسمت اصلی تشکیل شده است:
    - یک واحد حسگر
    - یک واحد پردازش
    - واحد مبدل
    - واحد تغذیه برق
  - این چهار قسمت برای همه بصورت پیش فرض می باشد که ممکن است بسته به کاربرد قسمت های دیگری نیز اضافه شوند.

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها

- به طور کلی **هدف** شبکه های حسگر بی سیم **نهایت کوچک سازی**، **در دسترس بودن**، **دقت**، **اطمینان** و **صرفه جویی** در انرژی است.

- این مستلزم یک زیرساخت شبکه ای با گرههای فیزیکی کوچک و مصرف کم انـرژی و هزینه کمتر است که برقراری ارتباط ها را با منطقه مجاور هر گره محدود می کند.

- چندین مدل از رفتار حسگر وجود دارد که هر کدام درجـات مختلفـی از پیچیـدگی دارند. با این حال، **اغلب مدل ها یک خصیصه مشترک دارند** که **قابلیت حسی مستقیما وابسته به مسافت** است.

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **سه نوع توپولوژی کلاسیک** برای شبکه های حسگر وجود دارد:
  - **نقطه به نقطه p2p**
    - این نوع توپولوژی **بخاطر اینکه فقط یک نقطه ارتباط وجود دارد بسیار قابل اتکا و اطمینان هستند**.
    - در این شبکه ها هر سنسور با یک جفت سیم به جفت خود وصل شده است
    - **هزینه های آن بالاست**
    - **مدیریت پیکربندی آن نیز مشکل** است
    - محاسبات توسط میزبان انجام می گیرد.

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **سه نوع توپولوژی کلاسیک** برای شبکه های حسگر وجود دارد:
- **Multidrop**
  - در این نوع توپولوژی **هر گره حسگر اطلاعات خود را روی یک رسانه مشترک قرار می دهد**.
  - این روش نیازمند پروتکل های دقیقی برای سخت افزار و نرم افزار می باشد.
  - شبکه های frequency-modulated (FM)سیگنال هایی روی سیم می فرستند که حسگرها می توانند روی کانال های جداگانه دریافت کنند این معماری ترکیبی از معماری p2p multidrop , می باشد.

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **سه نوع توپولوژی کلاسیک** برای شبکه های حسگر وجود دارد:
- **Web**

در **توپولوژی وبی همه گرهها می توانند به یکدیگر متصل باشند** و ارتباطات یک مجموعه بزرگی از حسگرها می تواند **پیچیده** باشد و همه باید به همدیگر وصل باشند

- البته برخی از ارتباطات می تواند با استفاده از تکرار کننده ها و روترها و ساخت ارتباطات مجازی حذف شود. و The World Wide Web مثال خوب می باشد.

- **توپولوژی وقتی خوب است که نقشه محدود باشد و با توجه به ساختار برنامه های کاربردی باشد**

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **مراحل طراحی یک توپولوژی مناسب برای شبکه حسگر**
  - **فاز پیش طراحی و طراحی**

گرههای حسگر ممکن هست بصورت دسته ای یا یکی یکی پراکنده شوند.

نودها ممکن است توسط عوامل زیر پراکنده شوند:

- انداختن از هواپیما
- انداختن توسط راکت و شلیک توپ
- توسط انسان یا ربات بصورت یکی یکی جاسازی شود و....

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **مراحل طراحی یک توپولوژی مناسب برای شبکه حسگر**
  - **فاز توسعه**
    - هزینه نصب و راه اندازی باید کاهش یابد
    - حذف مراحل پیش طراحی و پیش سازماندهی
    - افزایش انعطاف پذیری سازماندهی
    - افزایش خود سازماندهی و تحمل پذیری خطا

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **مراحل طراحی یک توپولوژی مناسب برای شبکه حسگر**
  - **فاز بعد از توسعه:**

بعد از توسعه و پراکندگی گره ها، توپولوژی بخاطر تغییرات گره های حسگر دچار تغییراتی می شود.

- **مانند تغییرات :**
  - تغییر موقعیت قرار گرفتن حسگر
  - دسترس پذیری که ممکن است تحت تاثیر نویز، اختلال و حرکت موانع قرار گیرد.
  - تغییر انرژی موجود حسگر
  - درست انجام ندادن وظایف توسط حسگر ها

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- **مراحل طراحی یک توپولوژی مناسب برای شبکه حسگر**

- **فاز توسعه مجدد و پراکنده شدن مجدد و اضافه کردن گرهها**

اضافه کردن گرهها می تواند منجر به توسعه مجدد و جایگزنی گرههایی که بد کار می کنند بشود همین موضوع باعث تغییر در توپولوژی شبکه می شود.

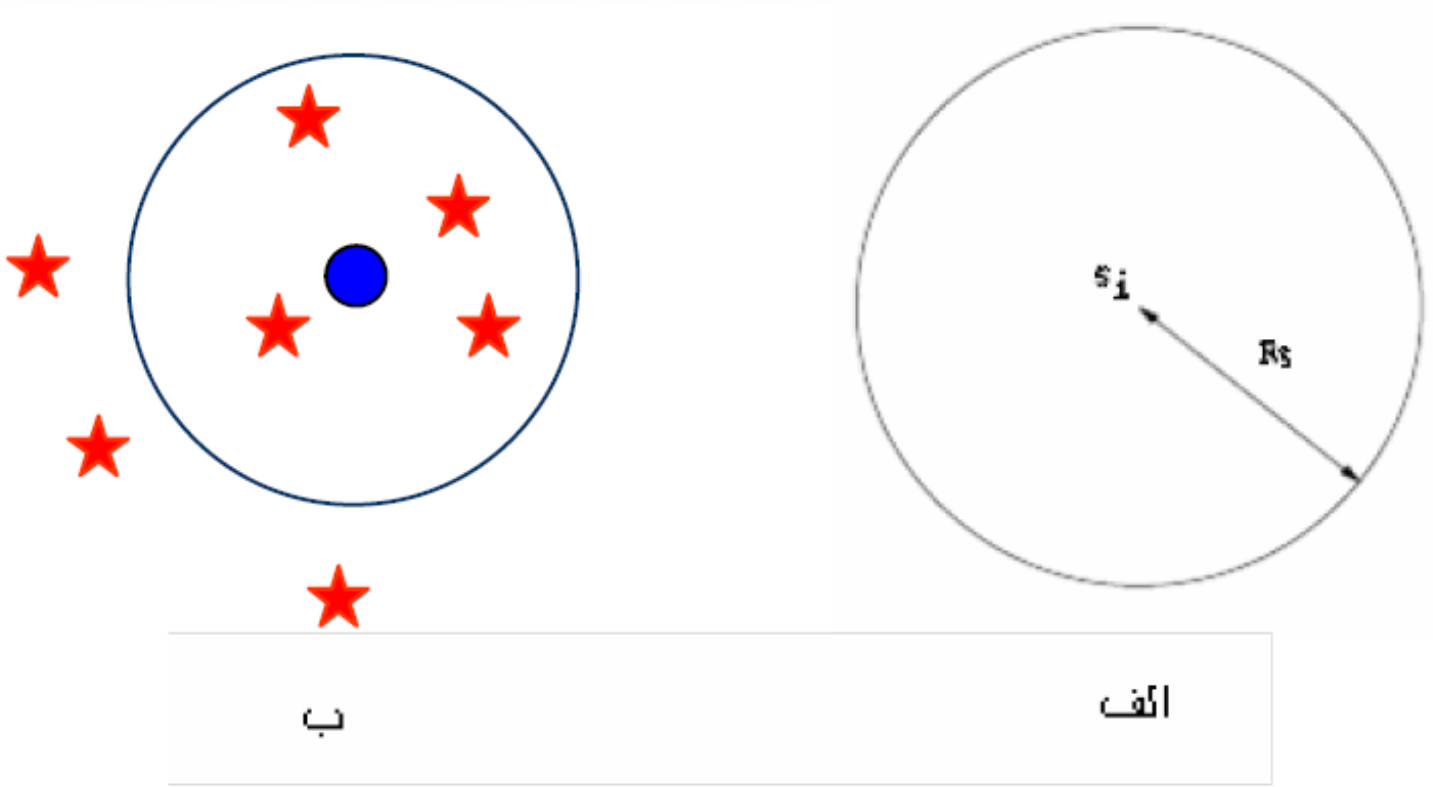
- همچنین با اضافه کردن گرههای جدید شبکه نیاز به سازماندهی مجدد دارد

توپولوژی شبکه و مدل حسگرها – ادامه

- گرههای حسگر ممکن است بصورت **ایستا پراکنده شوند**
  - **در این صورت توپولوژی شبکه منظم است**
  - **انرژی مصرفی را برای زمان های مختلف توزیع می کند.**

- گرههای حسگر ممکن است بصورت **متحرک پراکنده شوند**
  - با **جابجایی و حرکت آنها توپولوژی تغییر می کند**
  - **هچنین ناحیه ای که توسط حسگر پوشش داده می شود نیز تغییر می کند.**
  - بهرحال توپولوژی شبکه حسگر بعد از پراکنده شدن گرهها در معرض تغییر دارد.

شعاع حسگری

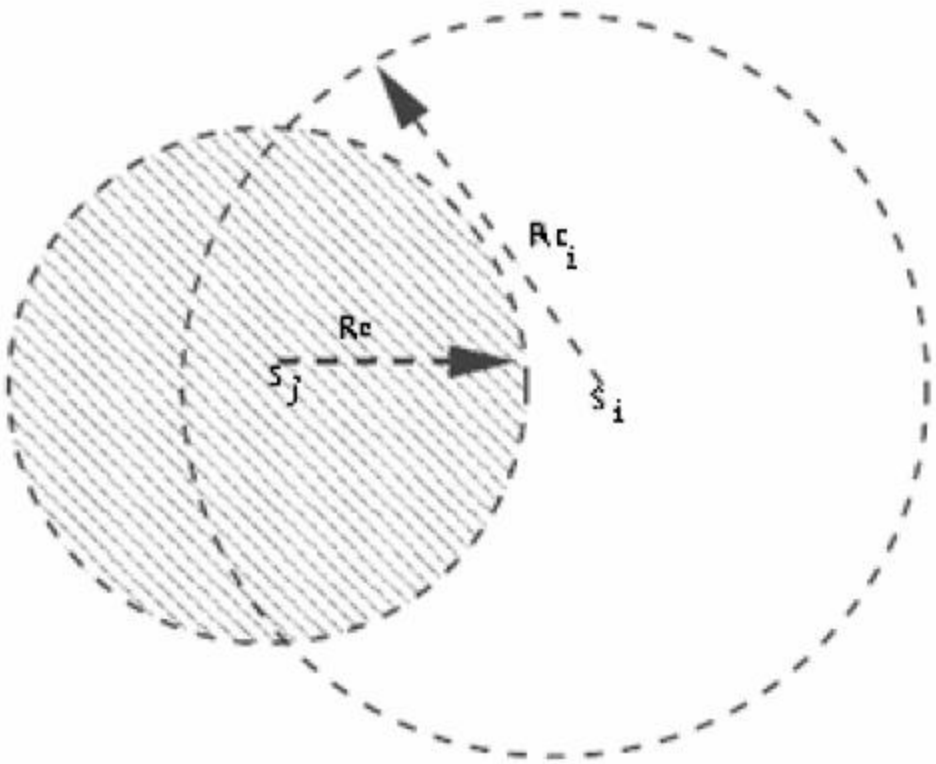


الف ب

الف) شعاع حسگری یک گره را که Rs می‌نامند، نشان می‌دهد.

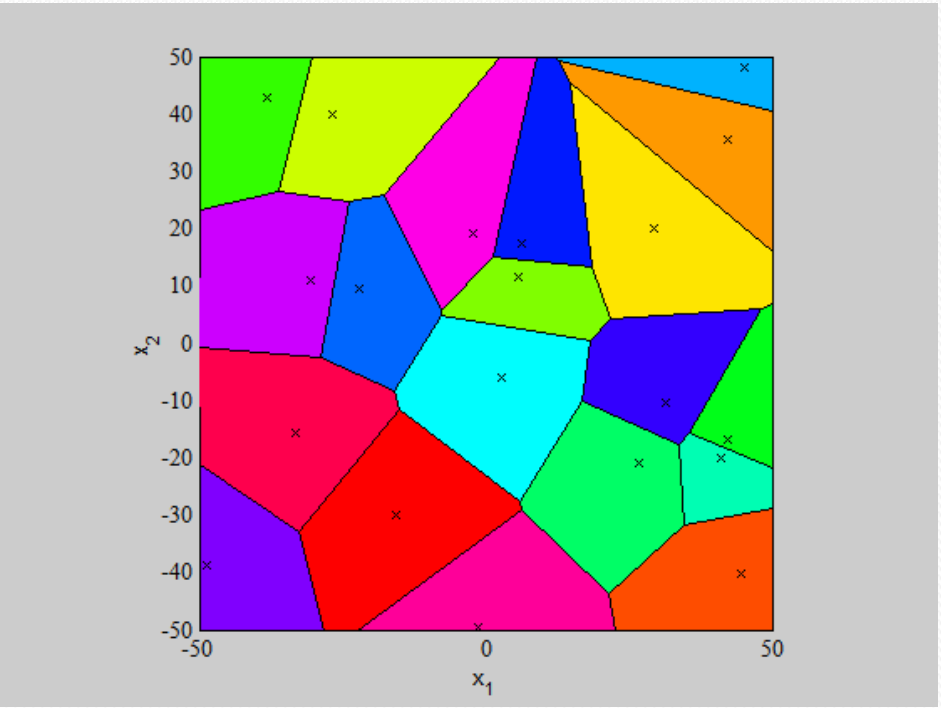
ب) اهدافی (ستاره‌ها) که در برد حسگری گره آبی رنگ قرار دارند، حس می‌شوند.

شعاع ارتباطی



شعاع ارتباطی برای حسگر را که RC می‌نامیم. حسگر i قادر به ارتباط با حسگر j می‌باشد.

نمودار ورونی



- برای بررسی و تحلیل مسئله پوشش می بایست یک نمودار و گرافی از شبکه بدست آوریم و براساس آنها محاسبات را انجام دهیم.

- این قسمت دو تا نموداری که استفاده می شود مورد بررسی قرار گرفته است.

- نمودار ورونی قسمت بندی از محل هایی است که نسبت به سایر محل ها به حسگر نزدیک تر می باشند و برای محاسبه پوشش حسگر استفاده می شود.

ناحیه و سطح پوشش در شبکه های حسگر بی سیم

- یکی از مسائل اساسی که در شبکه های حسگر مطرح می شود پوشش است.

- به واسطه انواع زیاد حسگرها وکاربردها، پوشش تفاسیر مختلفی دارد، بـه طـور کلی **پوشش** را می تـوان **معیاری از کیفیت سرویس یک شـبکه حسـگر** تلقی کرد.

- مثال در شبکه های حسگر بی سیم برای شناسایی آتش سـوزی، فـرد مـی توانـد بپرسد که شبکه تا چه حد می تواند مراقب یک ناحیه خاص باشد و شانس اینکـه شروع آتش سوزی در یک مکان خاص طی یک زمان معین شناسایی شود چقـدر است

مشکلات پوشش در شبکه های حسگر

- مساله پوشش یکی از معیارهای مهم برای اندازه گیری کیفیت عملکـرد شـبکه حسگر بی سیم است.

- پوشش ریشه در این سوال دارد که:
  - چگونه حسگرها فضای فیزیکی اطراف خود را بخوبی مشاهده می کنند؟

بنابراین محل حسگرها فاکتور کلیدی در مساله پوشش است.

ناحیه و سطح پوشش در شبکه های حسگر بی سیم – ادامه

- موضوع ناحیه پوشش شبکه حسگر بیشتر روی موقعیت قرار گرفتن حسگر ها در ناحیه برای دستیابی به مانیتورینگ کافی تاکید دارد

- به همین دلیل **تعدادی روی مکان یابی بهینه فعالیت** می کنند و برخی **نیز روی پیدا کردن حداقل تعداد گره های حسگر مورد نیاز برای مانیتورینگ** مناسب فعالیت می کنند.

- ژانگ و هو روی **رابطه بین پوشش حسی و ارتباطات شبکه حسگر** تحقیق کردند و اثبات کردند که اگر محدوده ارتباط گرهها حداقل به اندازه دو برابر محدوده حسی باشد آنگاه کل ناحیه پوشش داده شده و ارتباطات بین شبکه ای مستحکم است.

موضوعات مطالعاتی در مورد مسئله پوشش شبکه های حسگر

- موقعیت یابی بهینه برای گره های شبکه های حسگر برای اینکه حداکثر میزان پوشش را داشته باشند.
- پیدا کردن حداقل تعداد حسگرهای مورد نیاز برای پوشش کامل ناحیه مورد نظر.
- رابطه بین ناحیه پوششی و ارتباطات بین گره های شبکه حسگر بی سیم.
- درجه ناحیه پوششی (k-coverage هر نقطه حداقل توسط K تا حسگر پوشش داده شده اند.)
- فضاهای هوشمند، محاسبات کارا در شبکه های هوشمند، پوشش شبکه در محیط های ناشناخته و متغییر، پوشش راداری و زیردریایی

نمونه مسائلی که برای پوشش می توان بیان کرد

- **مشاهده کنندگان گالری هنری**

تعیین تعداد حسگرهای لازم برای پوشش یک گالری هنری به گونه ای که هر نقطه توسط حداقل یک حسگر مشاهده شود.

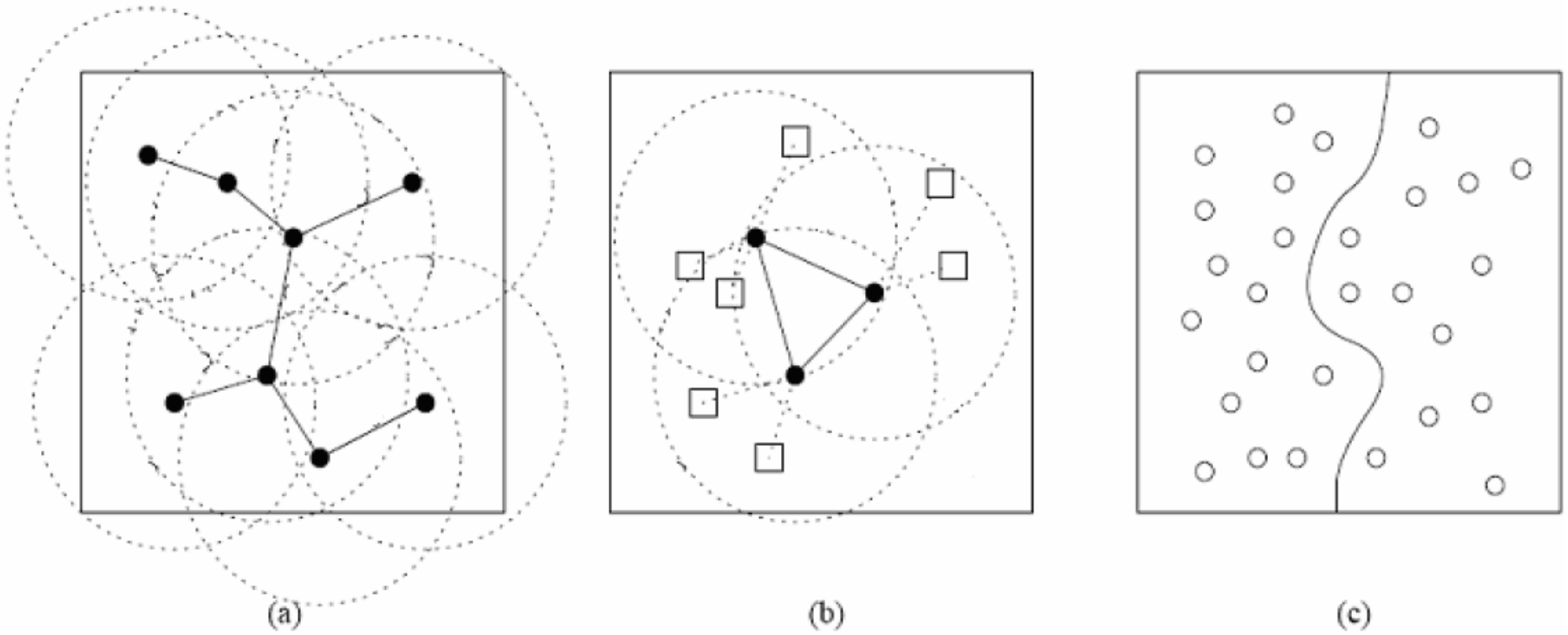
- **نصب آنتن های ارتباطی**

تعیین تعداد و محل نصب آنتن های زمینی فرستنده ها و گیرنده های رادیو تلویزیونی برای پوشش حداکثری.

انواع ناحیه های پوششی برحسب موضوع مورد پوشش

- برحسب موضوعی که باید پوشش داده شود، سه نوع پوشش را می توان شناسایی کرد.
  - **پوشش ناحیه:** پوشش ناحیه به مساله چگونگی پوشش کامل میدان حسگر (مجموعه ای از تمام نقاط فضای درون میدان حسگر) می پردازد.
  - **پوشش هدف:** چگونگی پوشش مجموعه ای از هدف های مجزا با مکان های مشخص را بررسی می کند.
  - **پوشش مانع:** پیدا کردن یک مسیر نفوذ در میدان حسگر با چند ویژگی مطلوب است.
- هر سه نوع پوشش برای موفقیت کار یک WSN مهم هستند وتحقیقات گسترده ای در مورد آنها صورت گرفته است

انواع ناحیه های پوششی برحسب موضوع مورد پوشش



(a) پوشش ناحیه
(b) پوشش هدف (نقطه ای)
© پوشش مانع

قابلیت حرکت حسگرها:

- حسگرها ممکن است بگونه ای سازماندهی شوند که بعد از استقرار توانائی جابجائی نداشته باشند که در این صورت به آنها **شبکه های حسگر ایستا** می گویند.

- ولی در برخی از شبکه های حسگر ممکن است حسگرها با استفاده از یک موتور توانائی جابجائی داشته باشند که به آنها **شبکه های حسگر متحرک** می گویند.

انواع پوشش برحسب قابلیت حرکت حسگرها – ادامه

- **پوشش قطعی:**
  - پوششی که در یک شبکه حسگر ایستا رخ می دهد.
  - مکان گرهها در نواحی مختلف می تواند یکنواخت باشد یا اینکه توازن را برای نواحی تحت نظارت خود فراهم کند و اغلب نیز عملی نیستند.

- در شبکه های ایستا بدلیل اینکه محل استقرار گره های شبکه تغییر نمی کند ناحیه تحت پوشش گره، ثابت است و تغییر نمی کند و همیشه از یک محدوده خاص از ناحیه اطلاعات جمع آوری می کند.
  - مثالی از نوع پوشش ایستا می توان به پوششی که در یک گالری هنری مورد نیاز است اشاره کرد.

انواع پوشش برحسب قابلیت حرکت حسگرها – ادامه

- **پوشش تصادفی:**
  - پوششی که در یک شبکه حسگر پویا رخ می دهد
  - مکان گرهها میتواند یکسان نباشد و از توزیع گوسی، پواسن، یکنواخت استفاده شود.

- در شبکه های پویا بدلیل اینکه حسگرها اجازه حرکت کردن را دارند و می توانند محل استقرار خود را تغییر دهند و مکان دیگری بروند ناحیه مورد پوشش آنها تغییر می کند

- این تغییر ممکن است باعث بهتر شدن وضعیت پوشش ناحیه شود (کاهش میزان همپوشانی ناحیه های مورد پوشش قرار گرفته overlapping)

- یا اینکه باعث بدتر شدن وضعیت پوشش ناحیه شود. (ایجاد حفره های پوششی در شبکه hole).

مشکلات پوشش در شبکه های حسگر

- از مشکلاتی که محاسبه ناحیه پوشش دارد بی قاعده بودن نواحی پوشش می باشد

- یکی از مشکلاتی که در مورد پوشش وجود دارد حفره های پوششی است.
  - حفره پوششی نواحی که بعد از استقرار گرهها مورد پوشش قرار نگرفته اند و حسگرها نمی توانند اطلاعاتی در مورد آنها دریافت کنند.

دلایل عدم پوشش کامل

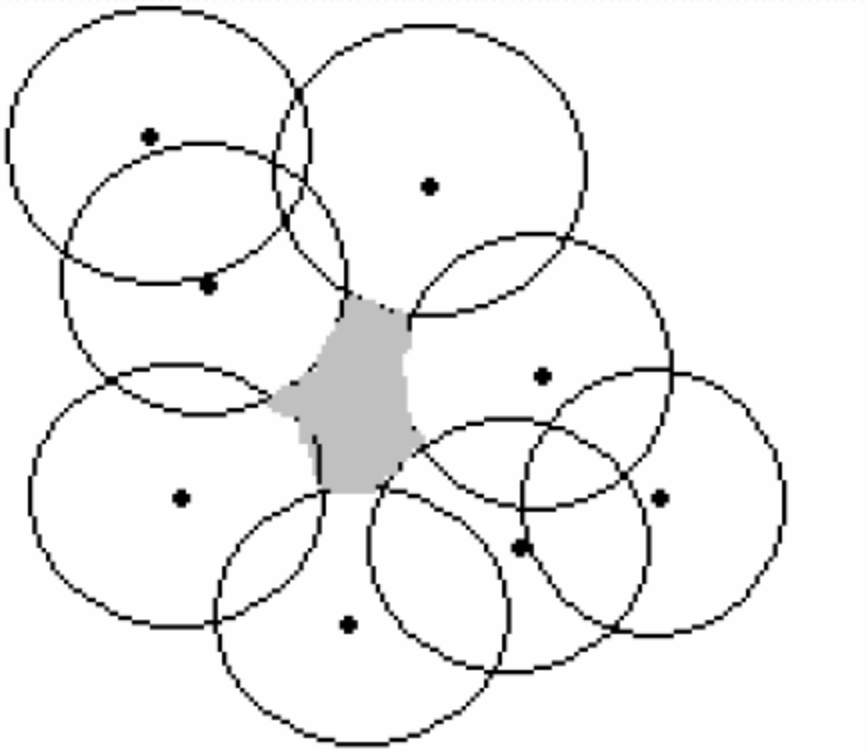
۱- وجود حفره به علت چینش تصادفی حسگرها در منطقه.

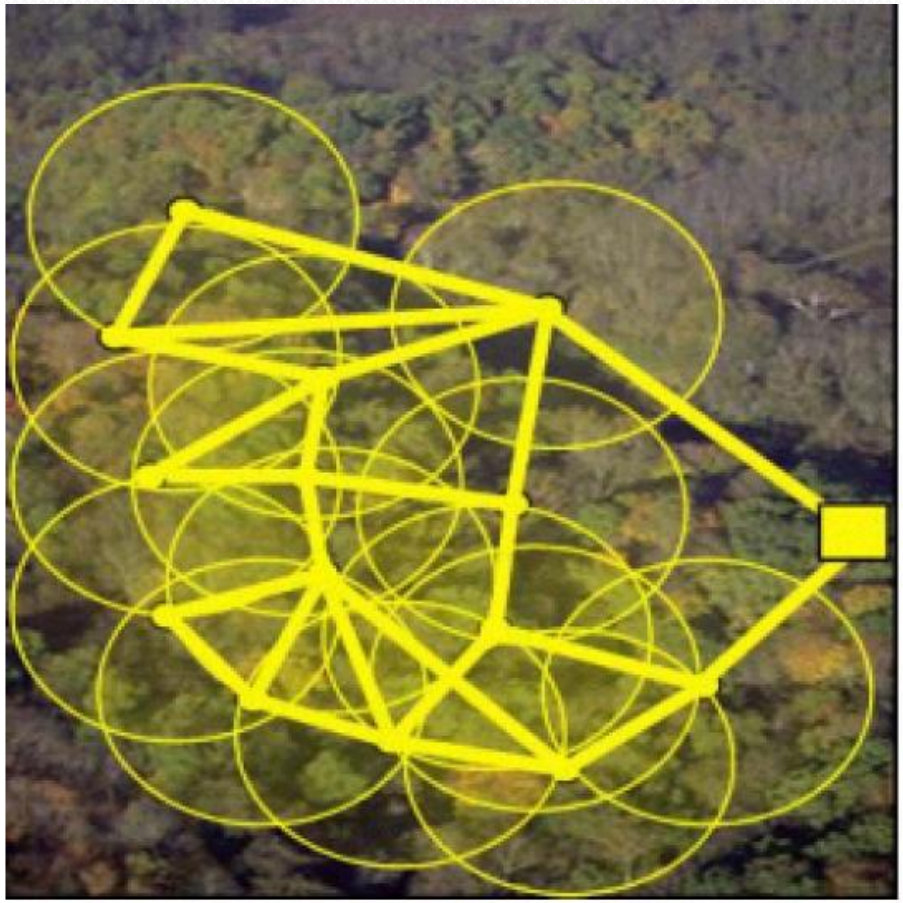
۲- از کار افتادن یک حسگر به علت تمام شدن باتری یا خرابی.

۳- جابجایی حسگرها.

۴- وجود موانع.

حفره های پوششی





مشکلات پوشش در شبکه های حسگر

- یکی از مشکلاتی که در مورد پوشش وجود دارد حفره های پوششی است.

- در این مورد دو سوال مطرح است:
  - سوال اول: چگونه اثبات کنیم که همه ناحیه مورد نظر تحت پوشش قرار گرفته است؟
  - سوال دوم: در صورت وجود حفره های پوششی چگونه آنها را تحت پوشش قرار دهیم؟

تاثیر حرکت حسگر های محیط در سطح پوشش – ترمیم چاله های پوششی

- چگونگی بهره گیری از تحرک برای بهبود پوشش ناحیه درنوعی از شبکه های حسگر هیبرید بررسی می شود

- در یک شبکه هیبرید متشکل از نودهای ثابت ومتحرک حسگرها، چاله های پوششی با کافی نبودن تعداد نودهای ثابت استقرار یافته به صورت تصادفی، پدید می آیند.

- هدف اصلی برای استفاده از نودهای حسگر از بین بردن چاله های پوششی پس از استقرار اولیه شبکه است
  - به گونه ای که پوشش ناحیه به حداکثر برسد ودر عین حال کمترین هزینه حمل ونقل را داشته باشد.

تاثیر حرکت حسگر های محیط در سطح پوشش – ترمیم چاله های پوششی

- هنگام طراحی یک الگوریتم ترمیم کننده چاله،مسائل زیر باید بررسی شوند:
- چگونه در مورد وجود یک چاله پوششی تصمیم بگیریم واندازه چاله را برآورد نمائیم.
- بهترین مکانهای هدف برای تعیین مکان مجدد نودهای متحرک برای ترمیم چاله های پوششی کدامند.
- چگونه نودهای متحرک را به مکانهای هدف گسیل کنیم و هزینه های نقل وانتقال وارسال پیام را به حداقل برسانیم.