



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

دانشگاه امیرکبیر

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

عنوان مقاله: شبکه‌های حسگر بی‌سیم

توسط : علی ثاقب موفق – ۸۳۲۳۱۵۵۷

alisaagheb@yahoo.com

چکیده

شبکه‌های حسگر، بر خلاف شبکه‌های سنتی، که مبین ارتباط بین انسان و پایگاههای اطلاعاتی است، مستقیماً با جهان فیزیکی در ارتباط می‌باشد. این شبکه‌ها، همانطور که از نام آنها نیز پیداست، به کمک حسگرهای خود، محیط فیزیکی را مشاهده^۱ کرده و سپس نتایج مشاهدات خود را بعنوان اطلاعات حاصله از منطقه، به انسان بر می‌گردانند. نوع خاصی از شبکه‌های حسگر با استفاده از مشاهدات محیطی خود، قادر به تصمیم‌گیری و انجام عملیات نیز می‌باشند که به آنها شبکه‌های حس/کار گفته می‌شود..

شبکه حسگر، نگاه خود را از مفهوم اشتراک منابع^۲ در شبکه‌های سنتی به مفهوم جمع‌آوری داده‌ها^۳ معطوف کرده است. این داده‌ها شامل دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب، مغناطیس و سایر ویژگیهای متصور کمی است که همه آنها مربوط به عناصر محیطی و فیزیکی است. کاربرد های مختلفی برای این شبکه ها متصور است که از جمله آن می توان به مطالعات پزشکی، محیط زیست، تجارت و نظامی اشاره نمود .

¹ Sense

² Resource Sharing

³ Information Gathering

فهرست مطالب:

۱_ مقدمه	۲
۲_ مفاهیم اولیه	۳
۱-۲_ حسگر	۳
۲-۲_ انواع حسگرها	۳
۳-۲_ شبکه حسگر	۳
۴-۲_ چاهک	۴
۵-۲_ گره مدیر وظیفه	۴
۶-۲_ منبع انرژی گره حسگر	۴
۷-۲_ مکان یاب	۴
۸-۲_ امنیت و تداخل های فرکانسی	۴
۹-۲_ بزرگی و اندازه گره های حسگر	۵
۱۰-۲_ محدودیت ها و تنگناهای سخت افزاری	۵
۱۱-۲_ توپولوژی	۶
۱۲-۲_ قابلیت اطمینان	۶
۱۳-۲_ مقیاس پذیری	۶
۱۴-۲_ قیمت تمام شده	۶
۱۵-۲_ شرایط محیطی	۷
۱۶-۲_ رسانه ارتباطی	۷
۱۷-۲_ یک نمونه واقعی	۷
۴_ نتیجه گیری	۸

فهرست اشکال:

شکل ۱ ۳

شکل ۲ ۴

شکل ۳ ۵

شکل ۴ ۷

۱_ مقدمه

پس از آنکه انسان به این نتیجه رسید که زندگی دسته جمعی، منافع بیشتری نسبت به زندگی انفرادی دارد، سعی نمود این استنتاج منطقی و تجربی را در مصنوع خود، یعنی کامپیوتر اعمال نماید. سپس زندگی دسته جمعی کامپیوترها را شبکه نامید و به تدریج موضوع شبکه به شیوه‌های مختلف مطرح گردید.

پیشرفتهای اخیر در فناوری مدارات مجتمع^۱ در اندازه‌های کوچک از یک سو و توسعه فناوری ارتباطات بی سیم از سوی دیگر زمینه ساز طراحی شبکه‌های بی سیم شده است. حال اگر شبکه بی سیم فاقد زیر ساخت شبکه ای ثابت بوده و گره‌های بی سیم بتوانند داینامیک حرکت نمایند، به آن شبکه Ad Hoc می گویند. شبکه حسگر، از نوع شبکه Ad Hoc به شمار می رود ولی با این تفاوت که شبکه حسگر، امکان ارتباط با محیط و پدیده‌های فیزیکی را دارد.

شبکه‌های سنتی ارتباط بین انسانها و پایگاه‌های اطلاعاتی را فراهم کرده و همه منظوره اند. در حالیکه شبکه‌های حسگر معمولاً تک منظوره هستند و پس از مشاهده محیط اطراف خود، اطلاعات مربوطه را ارسال می نمایند. به عبارت دیگر اگر در شبکه تلفن همراه ایستگاههای پایه را حذف کرده و هر گواشی را یک گره فرض کنیم به طوریکه ارتباط بین گره‌ها مستقیم یا از طریق یک یا چند گره میانی برقرار شود. نتیجه ظاهری شبکه حسگر بی سیم خواهد بود. [۱] [۲]

شبکه حسگر، شبکه ای است متشکل از تعداد زیادی گره کوچک که ارتباط بین گره‌ها بصورت بی سیم است. هر گره بطور مستقل و بدون دخالت انسان کار میکند و معمولاً از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است. این شبکه‌ها علیرغم اینکه از پشته پروتکلی شبکه‌های سنتی پیروی می کنند ولی به لحاظ محدودیت ها و تفاوت‌های کاربردی آن، پروتکل های متداول شبکه را باز نویسی می کنند. این محدودیتها شامل، محدودیت در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه و ... میباشد. که مشکلات آن منشأ بسیاری از مباحث پژوهشی مطرح در این زمینه است. [۴]

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 می کنند. 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. [۳] [۵]. لذا مکان یابی تقریبی و نزدیک به یقین برای آنها انجام می شود که البته برای کاربردهایی که برای این شبکه‌ها، در نظر گرفته شده است، کافی است.

کار شبکه حسگر را می توان اینطور تجسم نمود که، آرایش منظمی از هواپیما هایی مینیاتوری به نام حسگر وجود دارند که حامل داده‌هایی از ناحیه و منطقه حسگری خود هستند. و این داده‌ها را برای ما می‌آورند.

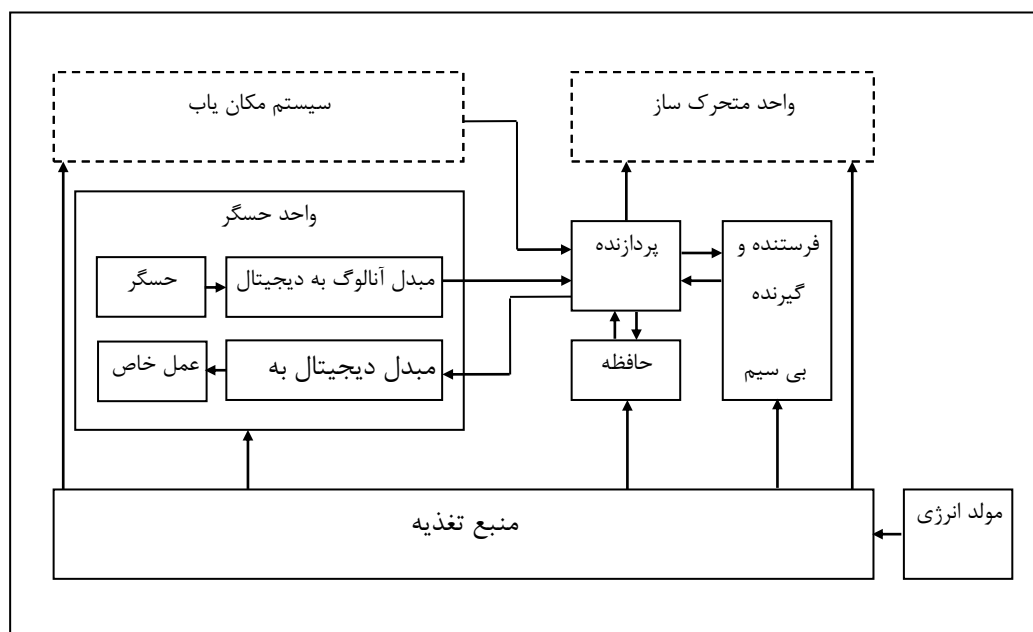
¹ Integrated Circuit

² Ad hoc is a Latin phrase which means "for this [purpose]".

۲_ مفاهیم اولیه

۲-۱_ حسگر

قطعه کوچک الکترونیکی است که می تواند وجود شیئی، رخداد یک وضعیت یا مقدار یک کمیت فیزیکی را تشخیص داده و نتیجه آنرا به سیگنال الکتریکی تبدیل می کند. سپس پردازشگرها این سیگنالهای الکتریکی را به داده‌های قابل استفاده برای انسان تبدیل می کنند. شکل (۱)



شکل (۱) ساختار داخلی یک گره حسگر

۲-۲_ انواع حسگرها

حسگر به لحاظ حساسیت به ویژگیها و یا شرایط محیط به چندین نوع تقسیم می شوند که ازجمله آنها می توان به حسگرهای دما، فشار، رطوبت، نور، شتاب سنج، مغناطیس سنج اشاره نمود. گره حسگر^۱، شامل یک یا چند حسگر است که با فرض متجانس بودن گره‌ها (دارای ظرفیت یکسان در محاسبات، برقراری ارتباط و انرژی) اطلاعات آنالوگ را از حسگر گرفته و به صورت دیجیتال به پردازنده تحویل می دهد. [۴]

۲-۳_ شبکه حسگر

شبکه ای که دارای چندین گره حسگر باشد.

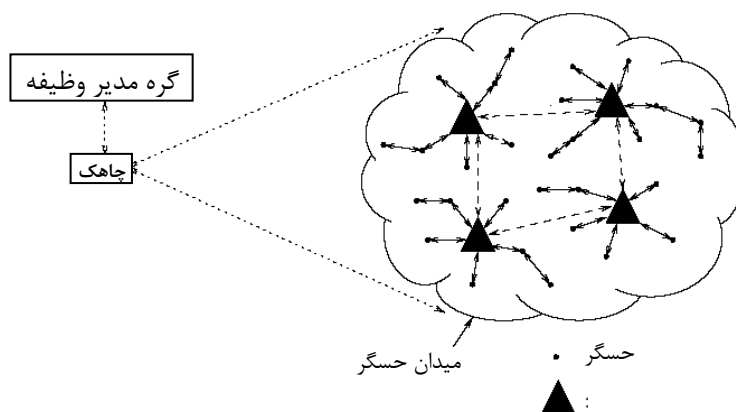
^۱ Sensor Node

۲-۴_ چاهک^۱

گرهی که مسئولیت جمع آوری داده‌ها را عهده دار بوده و عملیات پایش کل شبکه را انجام می دهد.

۲-۵_ گره مدیر وظیفه^۲

گرهی که یک شخص بعنوان کاربر یا مدیر شبکه از طریق آن با کل شبکه ارتباط برقرار می کند. شکل (۲)



شکل (۲) ساختار کلی شبکه حسگر

۲-۶_ منبع انرژی گره حسگر

منبعی که انرژی لازم برای گره حسگر را تامین می نماید، برای جبران محدودیت منبع انرژی که معمولاً توسط یک باطری با انرژی محدود تامین می شود، ممکن است از سلولهای خورشیدی استفاده شود. گره حسگر باید توان مصرفی کم داشته باشد مثلاً یک باتری ۱/۲ ولت با ۰/۵ آمپر ساعت برای تامین انرژی تا ۹ ماه کافی است. قابل ذکر است که در بسیاری موارد باتری قابل تعویض نیست، لذا عمر باتری یک گره حسگر، بیانگر عمر مفید آن حسگر است.

۲-۷_ مکان یاب

موقعیت فیزیکی و جغرافیایی گره را تشخیص می دهد.

۲-۸_ امنیت و تداخل های فرکانسی

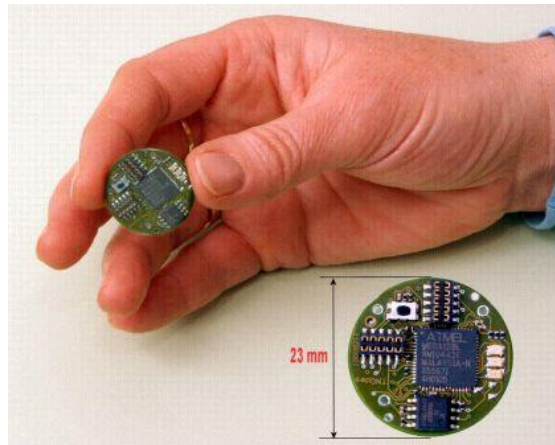
بی سیم بودن ارتباط شبکه حسگر کار دشمن را ساده میکند. استفاده از یک فرکانس ارتباطی برای کل شبکه ممکن است آنرا آسیب پذیر نماید. گره‌های نزدیک چاهک یا مرکز به لحاظ دارا بودن ترافیک بیشتر زودتر تمام می شوند. کمبود انرژی می تواند باعث شود تا دشمن با قرار دادن یک گره در منطقه، مرتباً و به صورت انتشار همگانی پیامهای بیدار باش برای گره‌های شبکه فرستاده و باعث هدر رفتن انرژی آنها شود.

¹ Sink

² Task Manager Node

۹-۲_ بزرگی و اندازه گره‌های حسگر

گره‌ها بایستی به لحاظ حجم و اندازه کوچک باشند، مثلا اندازه قوطی کبریت یا کوچکتر از آن، تا یک سانتیمتر مربع. ضرورت کوچکی گره‌های حسگر به این دلیل است که آنها باید مصرف پایین داشته و در صورت لزوم به همراه باد در هوا معلق بمانند. شکل (۳)



شکل (۳) کوچکی یک گره حسگر

۱۰-۲_ محدودیت‌ها و تنگناهای سخت افزاری

گره‌های حسگر باید کوچک، سبک، کم حجم، کم مصرف، ارزان قیمت و سازگار با محیط باشند. پیشرفت VLSI یا مدارات مجتمع با فشردگی بالا و مصرف پایین نقش بسزایی در کاهش تنگناهای سخت افزاری شبکه حسگر خواهد داشت. از چالش‌های آن می‌توان به تکثیر گره‌ها در شبکه حسگر، چگالی بالای آنها، احتمال خرابی و تغییرات مکرر توپولوژی، استفاده از پخش همگانی و داده محور بودن گره‌های فاقد شماره شناسایی اشاره نمود.

علاوه بر این، کاربردهایی از شبکه حسگر وجود دارد که مستلزم بکارگیری تعداد زیادی گره حسگر می‌باشد، لذا در این گونه موارد، هزینه هر حسگر باید کم باشد (از چند دلار تا چند سنت بسته به نوع کاربرد). همچنین حسگرها ممکن است برای سالیان و یا حتی دهه‌هایی بدون تعویض باتری باقی بمانند، که این موضوع لزوم استفاده موثر از باتری و انرژی را یادآور می‌شود به طوریکه نیازی به تعویض دوره ای آنها نباشد. به هر حال شبکه به سازماندهی مجدد و نیروی انسانی قابل توجه نیاز خواهد داشت. [۷]

شبکه‌های بزرگ که دارای گره‌هایی با توان و قدرت کم باشد، طبعا دارای مشکلاتی نیز خواهند بود، بخصوص اینکه مسیر یابی این گونه شبکه‌ها، عموما بدون استفاده از جداول متداول مسیر یابی انجام می‌شود. همچنین تقسیم بندی شبکه، نگهداری، پشتیبانی و قابلیت ابقاء، نیز از چالشهای دیگر آن محسوب می‌شوند. [۶]

۱۱-۲_ توپولوژی^۱

توپولوژی شبکه حسگر گراف است و الگوریتم های کارا آنرا به صورت درخت پوشا در نظر می گیرند. ارتباط گره ها به شیوه پخش همگانی است، پویایی توپولوژی از خصوصیات این شبکه ها است که امنیت آنرا به چالش می کشاند. مرحله اصلی مدیریت توپولوژی، راه اندازی اولیه شبکه است که گره های آن قبلا هیچ ارتباط اولیه ای با هم نداشته اند و در هنگام جایگزینی و شروع به کار اولیه باید بتوانند با همدیگر رابطه برقرار نمایند. یعنی اول امکان عضویت گره های جدید و دوم حذف گره های از کار افتاده را فراهم کند. پویایی توپولوژی، زمینه را برای پذیرش گره های دشمن فراهم می سازد. با توجه به اینکه گره ها علاوه بر گرفتن اطلاعات بعنوان رهیاب نیز عمل می کنند، لذا نباید بد عمل نمایند چرا که منجر به حذف آنها و اصلاح توپولوژی می شود.

۱۲-۲_ قابلیت اطمینان^۲

مسئله این است، که ما می خواهیم با اجزاء غیر قابل اطمینان یک شبکه قابل اطمینان بسازیم. لذا الگوریتم های هوشمندی برای این موضوع تعریف می شوند. خرابی گره ها در اثر عواملی طبیعی مثل سیل، زلزله، اختلالات رادیویی و خرابی نباید عملکرد کلی شبکه را تحت تاثیر قرار دهد. چرا که این مشکل باعث کنترل ناپذیری مرکزی گره ها خواهد شد. به همین منظور شبکه های حسگر باید ویژگیهای خود ساماندهی، خود درمانی و خود بهینه سازی داشته باشند. به هر حال عمر شبکه های حسگر کوتاه است.

۱۳-۲_ مقیاس پذیری^۳

اگر شبکه بتواند با هر تعداد گره و با هر چگالی کار کند. و اینکه یک شبکه حسگر بتواند هزاران گره با چگالی توزیع متفاوت راپشتیبانی کند، مبین میزان مقیاس پذیری آن است. [۴]

۱۴-۲_ قیمت تمام شده

با توجه به اینکه تعداد گره های شبکه حسگر عموما بسیار زیاد هستند، و گاهی اوقات به میلیون ها می رسد، لذا توجه و حساسیت روی قیمت آنها دارای توجیه اقتصادی است. به طوریکه افزایش ۵۰ سنت به هر گره به معنای افزایش تقریبی \$۵۰۰ برای کل شبکه است. همچنین به لحاظ زمان پخش گره ها، اگر برای هر گره ۳۰ ثانیه زمان جهت پخش و قراردادن آنها در منطقه لازم باشد، ۸ نفر ساعت کار برای گسترش و استقرار ۱۰۰۰ گره یک شبکه لازم می شود.

¹ Topology

² Reliability

³ Scale

۲-۱۵_ شرایط محیطی

برای محیط هایی که انسان به دلایل مختلف (آب و هوایی، امنیتی، گازهای سمی، صعب العبور، محیط شیمیایی، میکربی، هسته ای، کف اقیانوس، مطالعات در فضا، محیطهای نظامی، جنگل و ...) نمی تواند حضور یابد و لی نیازمند کسب اطلاعات پیرامونی از آن محیط است از شبکه حسگر استفاده می شود. برای جلوگیری از پوسیدگی و آثار مخرب محیطی، گاهی اوقات گره حسگر داخل محفظه ای قرار می گیرد تا رطوبت و یا شرایط نامساعد محیط روی آن اثر نگذارد.

۲-۱۶_ رسانه ارتباطی^۱

امواج رادیویی، اشعه مادون قرمز و سیگنال نوری از رسانه های معروف ارتباطی به شمار می آیند که از بین آنها ارتباط رادیویی بیشتر استفاده می گردد، البته قابل ذکر است که ارتباط مادون قرمز ارزانتر و ساده تر است ولی فقط در خط مستقیم عمل می کند.[۲]

۲-۱۷_ یک نمونه واقعی

ذره میکا، یک نمونه واقعی از شبکه حسگری است که حاصل تحقیقات پژوهشگران دانشگاه برکلی آمریکا است و دارای پردازنده ۸ بیتی از نوع 4 tmel و ۱۲۸ کیلو بایت حافظه برنامه و ۴ کیلو بایت حافظه^۲ برای داده و ۵۱۲ کیلو بایت حافظه فلش و نیز دستورالعملهای Risk است. که البته نباید فراموش شود که پشتیبانی محاسبات توسط آن، بدون انجام عملهای ضرب، شیفت، طول متغیر و چرخش می باشد. همچنین از امواج رادیو با مصرف پایین ۹۱۶ مگا هرتز و پهنای باند ۴۰ کیلو در ثانیه روی کانال تسهیم شده منفرد با برد محدود ۱۲ متر استفاده می کند

امواج رادیو در حالت دریافت ۴۰۸ میلی آمپر و در حالت ارسال ۱۲ میلی آمپر و در حالت خواب، ۵ میلی آمپر مصرف می کند. ذره میکا یا غبار هوشمند توسط پرفسور پیتر و کان رهبری و هدایت شد، آنها امیدوار هستند که ابعاد ذره میکا به ریزی چند میلیمتر مربع نیز برسد.



شکل (۴) ذره میکا – حاصل کار دانشگاه برکلی

^۱ Communication Media

^۲ Ram, Random Access Memory

ذره میکا در اندازه‌های مختلف وجود دارد، کوچکترین آن اغلب به عنوان غبار هوشمند^۱ شناخته می‌شود. طرح پژوهشی غبار هوشمند که به وسیله ی پروفیسور پیتستر^۲ و کان^۳ رهبری و هدایت می‌شود موفق به دستیابی حدی برای اندازه و مصرف توان^۴ در گره‌های حسگر خود مختار شده است. کاهش اندازه برای ساختن گره‌های ارزان و البته تسهیل گسترش آن بسیار مهم است. گروه تحقیقاتی امیدوارند که ضمن حفظ موثر توانایی های حسگری و ارتباطی می‌توانند موارد لازم حسگری، مخابره اطلاعات و محاسبات سخت افزاری همراه با منبع تغذیه را در اندازه ای در حدود چند میلیمتر مکعب فراهم کنند.

این گره میلیمتر مکعبی غبار هوشمند نام دارد که حقیقتاً قلمرو چیزهای ممکن شدنی است. چنان که نمونه‌های آتی آن می‌تواند به قدری کوچک باشد که معلق در هوا باقی مانده و به وسیله جریان هوا شناور شود و برای ساعت ها یا روزها موارد حس شده را ارسال کند. غبار هوشمند می‌تواند اطلاعات را با استفاده از یک تکنولوژی بازتابنده ی نوری جدید، به صورت غیر فعال^۵ ارسال کند.

۴_ نتیجه گیری

نتیجه مبحث شبکه‌های حسگر این است که، این موضع مفهوم جدیدی از شبکه ها ارائه می‌دهد که قبلاً وجود نداشته است. لذا شبکه های حسگر در ابتدای راه خود قرار دارند و مشابه بسیاری از علوم نوین دیگر، ما در آینده نه چندان دور شاهد پیشرفت‌های چشمگیر آن خواهیم بود. موضوعاتی مثل مکان یابی گره ها، مصرف انرژی، قابلیت حرکت گره‌ها و کاربردهای متنوع آن همچنان جزء مباحث فعال در این زمینه به شمار می‌رود.

لذا در حال حاضر مشکل است بگوئیم نهایتاً چه روش و سخت افزاری در آینده متداول خواهد شد ولی تحقیقات بر روی شبکه‌های حسگر و مطالب پیرامونی آن همچنان ادامه دارد....

^۱ Smart Dust

^۲ Pitster

^۳ Kahn

^۴ power consumption

^۵ passively

- [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
- [٥] Neal Patwari, Alfred O. Hero III, Matt Pekins, Neiyer S. Correal and Robert J. O'Dea "Relative Location Estimation In Wireless Sensor networks" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, VOL: 51, NO. 8, AUGUST 2003
- [6] Dragos Niculescu Badri Nath " Ad Hoc Positioning System(APS) Using AOA" Dataman Lab, Rutgers University
- [٧] Neal Patwari, Alfred O. Hero III . "It Takes a Network: Cooperative Geolocation of Wireless Sensors" Ohio State University: Josh Ash, Randolph L. Moses , January 27, 2005