نظام سيطرة التغطية على حساسات الشبكات اللاسلكية بالاعتماد على نظرية فوروني

معن يونس عبدالله[١] ، حذيفة محمد كنوش[٢]

[١] كلية علوم الحاسوب والرياضيات ، جامعة الموصل ، الموصل ، العراق

[٢] كلية علوم الحاسوب والرياضيات ، جامعة تكريت ، تكريت ، العراق

(تاريخ الاستلام: ٢٦ / ٣ / ٢٠٠٩ ---- **تاريخ القبول:** ١٩ / ٧ / ٢٠١٢)

الملخص

تعد شبكة الحساس اللاسلكية نوعا خاصا من شبكة (Ad-hoc) ذات آلية تحسس موزعة وقدرة معالجة يمكن استخدامها في عدد كبير من التطبيقات مثل المراقبة البيئية والتطبيقات الصناعية والزراعية الدقيقة، وبغض النظر عن تطبيقاتها الكامنة ، فإن هذا النوع من الشبكات تتمتع بمزايا خاصة تفرضها قيود المورد مثل انخفاض القدرة الحسابية ، وعرض الحزمة الترددي المنخفض هذا بالإضافة الى مصدر الطاقة المحدود بشكل خاص، وفي حالة الشبكة ذات الكثافة العالية للعقد الحساسة، من الممكن ان تظهر مشاكل معينة مثل تقاطع مساحة التحسس، والبيانات الزائدة ، وتداخل الاتصالات الطاقة الضائعة ، وتعد إدارة التطبيق للوصول إلى القيم المثلى أمراً ضرورياً لمعظم موارد الشبكة، ومن جهة أخرى فأنَ الشبكة ذات الكثافة العالية يمكنها أن تنتج آلية ذات مرونة عالية وتزيد الدقة وتوفر بيانات متعددة الحلول. ويعتمد التحكم بكثافة الشبكة على نوع التطبيق. وفي هذا البحث اعتمدت على نظرية تقوم على مبدأ تشغيل أو إطفاء أيه عقدة، وقد تستبعد إدارة الشبكة عقدة الحساس من الخدمة بشكل مؤقت . ويستخدم التصميم المقترح مخطط فوروني الذي يقسم المساحة إلى مناطق حول كل عقدة، ويمكن استخدام تلك التقسيمات في الإدارة المعمارية لشبكة الحساس اللاسلكية.

الكلمات المفتاحية: شبكات الحساس اللاسلكية، مخطط فوروني ، تثليث ديلاوني ، حساس، طوبولوجيا، ZigBee .

١ .المقدمة

أدى تطور الدوائر المتكاملة والأنظمة الميكانيكية الالكترونية الدقيقة (Micro Electromechanical Systems (MEMS))ومعالجة الإشارة الرقمية والالكترونيات الراديوية منخفضة المدى على عقدة مفردة الى تصميم شبكة حساس لاسلكية، وقد تمتلك هذه الشبكة مئات بل الآلاف من عقد الحساس وكل واحدة من هذه العقد لها القدرة على التحسس ببيئتها وأداء عمليات حسابية بسيطة والاتصال بجاراتها[1].

وقد أصبحت تكنولوجيا المعلومات جزءاً رئيسياً في حياتنا، فقد أثرت قدرة الحواسيب المتقدمة في أداء العمليات المعقدة فضلاً عن التقدم في كل من شبكات الحواسيب والأنظمة المدمجة على جوانب عديدة من حياة البشرية، فحالياً تستخدم الكاميرات عالية الدقة والمتصلة بأجهزة حواسيب في العديد من التطبيقات الأمنية، فمثلاً يتم استخدامها في مراقبة المنشئات المهمة والمطارات فضلاً عن متابعة حركة المرور.

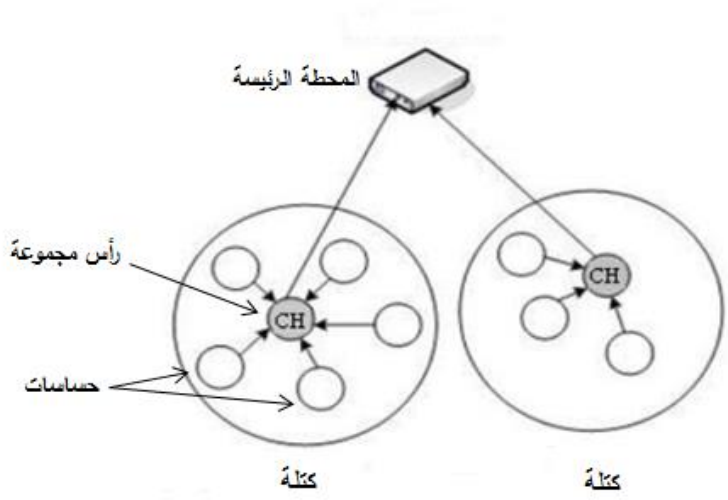
وتسمح أعداد كبيرة من عقد الحساس بالتحسس على رقعة جغرافية أكبر مع دقة أكبر أكثر مما كانت عليه في السابق، وهذا النوع من الشبكات له القدرة على تطبيقات كثيرة منها مراقبة الطقس والمسح الأمني والتكتيكي ومراقبة البيئة[2].

وتختلف شبكة الحساس اللاسلكية عن الشبكات الاخرى بتمتعها ببعض السمات الفريدة من نوعها، وأبرز هذه الاعتبارات وهي:

- مقياس كفاءة التزود بالطاقة: القيمة المثلى لمقياس التزود بالطاقة يحصل عند ارتباط العقدة بمصدر للطاقة كالنضيدة بشكل مستمر، ولكن الوصول الى هذا الهدف من توفير الطاقة صعب، لذلك نحتاج تصميم شبكة الحساسات اللاسلكية ذات كفاءة عالية بالطاقة قدر الإمكان لزيادة عمر هذه الشبكة في الظروف الصعبة كالصحاري البعيدة ،أو أرض المعركة، أو الجبال[1].
- معالجة حالة الشبكة ذات الكثافة العالية لعقد الحساس، وفي حالة شبكة ذات كثافة عالية لعقد الحساس، قد تظهر بعض المشكلات مثل تقاطع مساحة الحساس وتكرار البيانات وتداخل الاتصالات وتبديد الطاقة، لذلك تقوم ادارة الشبكة بإدارة موارد الشبكة، ومن جهة أخرى فإنَ الشبكة ذات الكثافة العالية يمكنها أن توفر عدة اساليب مرنة لزيادة الدقة وتوفير البيانات لمجموعة من الحلول . ويكون اختيار الحل الأنسب ضمن ضبط كثافة الشبكة بالاعتماد على نوع التطبيق والغاية المرجوة من هذه الشبكة [1].

٢ . الدراسات السابقة

ازداد الاهتمام مؤخرا بشبكات الحساس اللاسلكية ومعظم هذه الاعمال ترتبط باتفاقيات التوجيه الواعي للطاقة، وقد اقترح (Chandrakasanet.al)، LEACH: Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy [3] كاتفاقية اتصالات كفاية الطاقة لشبكات الحساس اللاسلكية. ويعد LEACH بروتوكول توجيه قائم على المجموعة(العنقود) أذ يقوم رأس المجموعة المنتخب ذاتيا بجمع البيانات من جميع عقد الحساس في مجموعته ويجمع البيانات التي تم جمعها من خلال تنفيذ خوارزميات دمج البيانات وينقلها مباشرة الى محطة القاعدة . ورأس المجموعة المنتخبة ذاتيا يواصل كونه رأس مجموعة لمدة يطلق عليها جولة . وفي بداية كل جولة تقرر كل عقدة فيما لو كانت قادرة على ان تكون رأس مجموعة خلال الجولة الحالية، واذا كان الامر كذلك توصل العقدة قرارها الى جيرانها، والشكل (١) يوضح هذا البروتوكول[3].



الشكل (١) يوضح بروتوكول LEACH

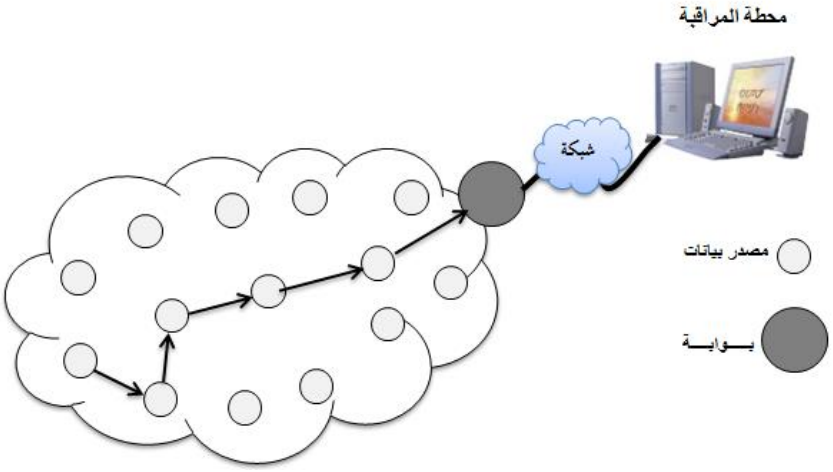
اقترح (Zhao et al.) في عمله البحثي للحصول على المعلومات المجمعة والمعنون بمسح الطاقة المتبقية(Residual Energy Scan) [4]، بنية تحتية فعالة لمراقبة شبكة الحساس اللاسلكية، وبشكل يشبه الخرائط الجوية أو الصور الرادارية للخطوط الجوية، تمسح شبكة الحساس التوزيع الجغرافي لموارد الشبكة أو نشاط مجال الحساس، وبدلا من المعلومات المفصلة للطاقة المتبقية في الحساسات الفردية، يوفر المسح نظرة تجريدية عن توزيع مورد الطاقة. ويمكن استخدام مسوحات شبكة الحساس للمساعدة في توجيه التطور التزايدي للحساسات ولكنها لاتمتلك الدقة لابلاغ الموقع الأفضل لإضافة عقدة حساس الى الشبكة، ولا تمتلك ايضا حجم العقد الجديدة المطلوبة لتغطية مساحة المراقبة المطلوبة.

تم تطبيق مخطط فوروني لحل بعض المشكلات في شبكة الحساس اللاسلكية مثل التغطية، حيث اقترح Meguerdichian et al [5] ، خوارزمية لحساب مسارات أخرى ومسارات الدعم القصوى في شبكة الحساس المستندة الى مخطط فوروني. وقد تم تطوير مخطط جدولة العقدة من قبل D. Tian and N. D. Georganas. [6]، في هذه الطريقة تأخذ العقد أدوارا في حفظ الطاقة من دون التاثير في الخدمة التي يتم تقديمها. مخطط جدولة العقد يشغل ويطفئ عقدا معينة مع ضمان وجود فائض معين، وتقرر العقدة اطفاءها عندما تكتشف بأن جيرانها يمكن أن يساعدوها في مراقبة منطقتها برمتها، ولا يفترض الحل معرفة عالمية عن الشبكة ويتم اداؤها محليا في كل عقدة، وعليه فهي لا تضمن حلا مثاليا. ويزيد المخطط المقترح من كلفة الاتصالات ويتطلب تزامنا وحساب تقاطع التمثيل الهندسي، وتكون كلفة حساب المناطق المحددة على السطح المستو من خلال دوائر n أسية (مع دوائر n يمكنان توجد$2n$ في مثل هذه المناطق). وتحدد معمارية إدارة شبكات الحساس اللاسلكية (MANNA *(Management Architecture for wireless Sensor* Networks) [7] المقترحة من قبل L.B.Ruiz et al. خدمة إدارة كثافة العقد التي يمكنها استخدام مخطط فوروني. حديثا You, Y., Yoo, J., Cha [8] اقترح هذا البحث آلية فعالة لإنشاء منطقة تقدير، والتي يمكن تنفيذها في الأجهزة WSN وتحقيق دقة معقولة، مقارنة مع فوروني المثالي القائم على رسم بياني واحد. وقد تم تطبيق الخوارزمية المقترحة لخوارزمية مصدر التعريب الموزعة، وبالمقارنة مع رسم تخطيطي من خلال فوروني. استنادا إلى خصائص الهندسة، نحن نحلل نظريا حدود على دقة للمنطقة القائمة على التعريب[9] . من حيث مفهوم ديلاوني الهندسة الحسابية، وسط نظرية درجة من شبكة معقدة وخوارزمية الكشف عن مجريات الأمور على أساس الوزن المتوسط لطاقة الاتصالات، يمكن معرفة تصميم Wireless Mesh Sensor Network كبيرة الحجم [10]. نتائج الدراسة تبين أن الجمع بين WSN وWMN يمكن تحقيق شبكة هجينية واسعة [10].

في [11] هذا البحث يقدم خوارزمية الانتشار الأمثل بناء على اتجاهي الهوائيات وتثليث ديلاوني للحد من تدخل إشارة لاسلكية لشبكة العمود الفقري لشبكة الحساس اللاسلكية.

٣. شبكات الحساس اللاسلكية

شبكة الحساس اللاسلكية (WSN: Wireless Sensor Network)، هي شبكة لاسلكية تتضمن أجهزة مستقلة ذاتياً (مؤتمتة) موزعة في مكان معين تسمى الحساسات تستخدم لمراقبة الظروف الطبيعية أو البيئية، وهذه الأجهزة المستقلة ذاتياً او العقد، تجمع مع المسيرات (Routers) والبوابات (Gateways) لتكوين شبكة الحساس اللاسلكية (WSN) النموذجية. وهذه العقد تتصل لاسلكيا الى بوابة مركزية بدورها توصلها بالعالم الخارجي لجمع وتحليل واجراء عمليات معينة على البيانات المزودة من قبل الشبكة [12] كما في الشكل(٢).



الشكل رقم (٢): نموذج عام لشبكة الحساس

كما تتفرّد شبكات الحساس اللاسلكية بخصائص عديدة منها: قدرتها على العمل في بيئات قاسية وفي ظروف مناخية شديدة، والتعامل الذاتي مع أعطال الأجهزة التي قد تطرأ فجأة على الشبكة، وتنقل الأجهزة خلال زمن التنفيذ للشبكة، والتكيف مع ديناميكية تغيرات جغرافية الشبكة، وتغاير الأجهزة، والانتشار على نطاق واسع [13].

وقد نشأت العديد من اتفاقيات الاتصال المعيارية الخاصة بشبكات الحساس اللاسلكية التي تستجيب لمتطلباتها خاصة من ناحية محدودية الموارد، وتعد اتفاقية الاتصال اللاسلكي (IEEE 802.15.4/Zig Bee) من أول الاتفاقيات المعيارية التي صممت خصّيصا للشبكات ذات الطاقة المحدودة وذات سرعة إرسال بيانات منخفضة، وهو ما يتوافق مع متطلبات شبكات الحسّاس اللاّسلكية [13]، وتم توصيف مواصفة الاتفاقية المعيارية Zig Bee من طرف مجموعة كبيرة من الشركات الصناعية الكبيرة في العالم تسمى Zig Bee Alliance (أي تحالف زيجبي) بهدف تصميم شبكات لتطبيقات المراقبة والتحكم عن بعد، وقد اعتنى هذا التحالف بتوصيف أنماط التطبيقات والمنتجات الصناعية التي ستستفيد من الاتفاقية المعيارية وهي الاستغلال الذكي للطاقة، وأتمتة المنازل، وتطبيقات الاتصالات، وأتمتة المباني التجارية، وفي مجال الصحة [13].

ومؤخرا، توجه الاهتمام حول شبكات الحساس اللاسلكية ليس إلى تقليص استهلاك الطاقة فحسب، بل إلى تحقيق توافق التشغيل مع تطبيقات الانترنت، وشكل هذا الاهتمام في أوّل الأمر تحديا كبيرا للباحثين وذلك لعدم توافق خصائص اتفاقيات شبكة الانترنتTCP/IP مع متطلبات الحساسات اللاسلكية وخصائصها المتمثلة في قلة الموارد التي يقابلها استهلاك بروتوكول IP الشديد للموارد الحسابية والطاقة وفضاءات التخزين، ولكن منذ عهد قريب تم تجاوز هذه العقبة باقتراح الاتفاقية المعيارية 6lowpan (*IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks*)[14] ، التي دمجت الاتفاقية المعيارية IEEE802.15.4 مع الاتفاقية المعيارية لشبكة الانترنت IPv6 ومكنت بذلك الربط المباشر بين شبكة الانترنت وشبكات الحساس اللاسلكية، وهو ما يعد قفزة عملاقة في تحقيق أنظمة الحوسبة المادية واسعة النطاق مستغلين بذلك ميزات شبكات الانترنت من حيث اتساع النطاق وشموليتها وميزات شبكات الحساس اللاسلكية في التفاعل المباشر مع البيئة المحيطة[13].

٤. مخطط فوروني

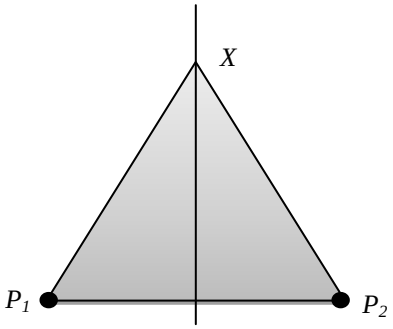
ليكن $S = \{p1, p2, \ldots\ldots pi \ldots pn\}$ مجموعة من النقاط في المستوى الاقليدي ذي البعدين، وهذه النقاط تسمى المواقع، ومخطط فوروني يقسم الفضاء الى مناطق حول كل موقع، في هذه الحالة كل النقاط في تلك المنطقة حول pi تكون اقرب الى pi أكثر من أيه نقطة في S. باستخدام التعريف في [15] فان منطقة فوروني $V(pi)$ لكل pi تكون كما يأتي:

$$V(pi) = \{x : \mid pi - x \mid \leq \mid pj - x \mid, \forall j \neq i\} \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

تتكون من مجموعة من النقاط التي تكون اقرب الى pi اكثر من أي موقع، وإن مجموعة هذه المواقع تشكل مخطط فوروني $V(s)$ [15].

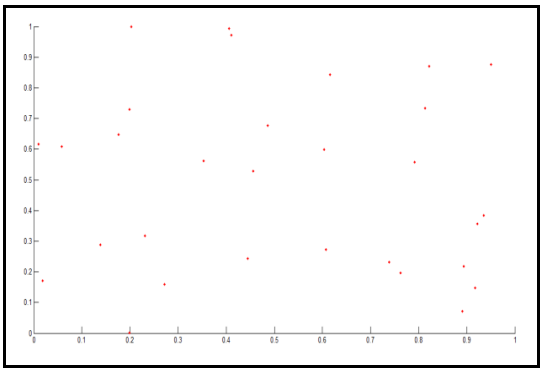
المثال الاتي يوضح مخطط فوروني البسيط[16]،وباعتبار نقطتين هما p1 و p2 ولتكن (B(p1,p2)=B12 المصنف العمودي لجزء $p1p2$، عندما كل نقطة x على $B12$ تساوي البعد من، هذا من الممكن ان نلاحظ من خلال رسم المثلث $(p1, p2, x)$ وكما موضح في الشكل (٣) من خلال نظرية اقليدس لجانب الزاوية [2] $|p1x| = |p2x|$.

ISSN:1813 –

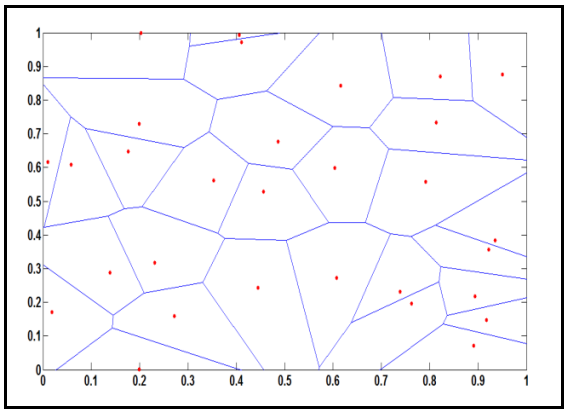


الشكل رقم (٣) المسافة بين نقطتين $|p1x| = |p2x|$

ومن اجل التوضيح، فأن النقاط المعطاة في الشكل (٤) تمثل بمخطط فوروني في الشكل(٥).



الشكل (٤) مجموعة نقاط موزعة عشوائياً



الشكل (٥) مخطط فوروني لمجموعة نقاط موزعة عشوائياً

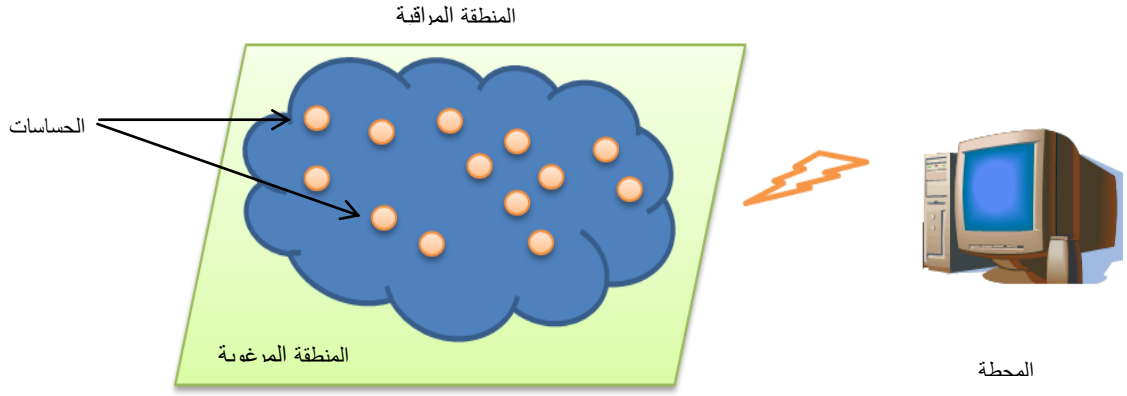
٥. نظام السيطرة الفوروني

تم خلال البحث استخدام برنامج الماتلاب (Mat Lab 7.10.0 R2010a) في محاكاة برمجة العقد وتوزيعها في كتل لإدارتها والتحكم بها اعتماداً على مخطط فوروني.

ولغة الماتلاب: هي لغة ذات مستوى عالي للمصفوفات ذات البعد الواحد وذات البعدين مع جمل تتماشى مع التحكم ، الوظائف ، تركيب البيانات ، الدخل و الخرج وهذه مجموعة من الوسائل والتسهيلات التي يتعامل مستخدمي الماتلاب او مبرمجي الماتلاب و التي تشتمل علي تسهيلات للإدارة ومتغيرات في workspace وبعث واستلام البيانات ،أيضا تتضمن وسائل للتطوير، والإدارة ، وتطبيقات الماتـلاب.

١,٥ نموذج النظام

يبين الشكل ذو الرقم (٦) نموذج النظام الذي يستخدم في هذا العمل، ولدينا منطقة التي نرغب بمراقبتها A ومجموعة من الحساسات اللاسلكية N وهما يحددان تغطية المنطقة المراد مراقبتها. وتعطي هذه المساحة اجزاء المنطقة المراد مراقبتها فعلاً. وسوف نحددها على انها مقياس جودة خدمة الشبكة ويتم ارسال البيانات من الشبكة الى المحطة.



الشكل (٦) يوضح نموذج النظام

إنَّ كثافة عدد عقد الحساس في الشبكة (p) هي دالة لعدد الحساسات (N) في المنطقة المراد مراقبتها (A) وهي كما يأتي:

$$P=N/A \quad \text{----------} \quad (٢)$$

ويمكن لشبكة الحساس اللاسلكية ان يكون لها مئات بل الاف من عقد الحساس، وعلى الرغم من ذلك هذه المعلومات غير كاملة اذا لم تكن كثافة عقد الحساس واضحة في الشبكة، أي توزيع العقد في البيئة المراقبة.

٢,٥ فرضية النظام

تم العمل على شبكة حساس لاسلكية مستوية ومتجانسة على مجال مستو ذي بعدين الا اننا نستطيع بسهولة التوسع الى أبعاد n ، وتكون كل واحدة من العقد غير متحركة على الرغم من ان طوبولوجيا الشبكة يمكن أن تكون ديناميكية مادام أن العقد يمكن ان تصبح غير متوافرة بشكل دائم او بشكل مؤقت.

وتعرف كل عقدة موقعها على المستوي، وليس من الضروري أن يكون الموقع عالمياً أذ يمكن أن يكون متناسبا مع المحطة أو مع نقطة معلومة. وكما مؤشر في [17] فانه تتم دراسة الحصول على موقع عقدة معتمد في مجالات مختلفة، وباستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) يمكننا تحديد الموقع الجغرافي بدقة جيدة [18]، ويوجد حل آخر هو وجود عقد مشتركة تحسب مسافاتها الى مرشد لاسلكي معلوم لتقدير مواقعها [19]. المرشد اللاسلكي هو عبارة عن عقدة خاصة تُعرَف إحداثياتها مسبقا ويمكنها ان تبث اشاراتها بشكل دوري ليتم معالجتها من خلال العقد المشتركة.

ويستخدم نموذج النظام مدى الحساس ومدى الراديو على حد سواء، وهنالك ثلاثة احتمالات ،عندما نأخذ بعين الاعتبار مدى الحساس ومدى الراديو، يكون مدى الحساس أعظم أو اقل أو مساوياً لمدى الراديو.

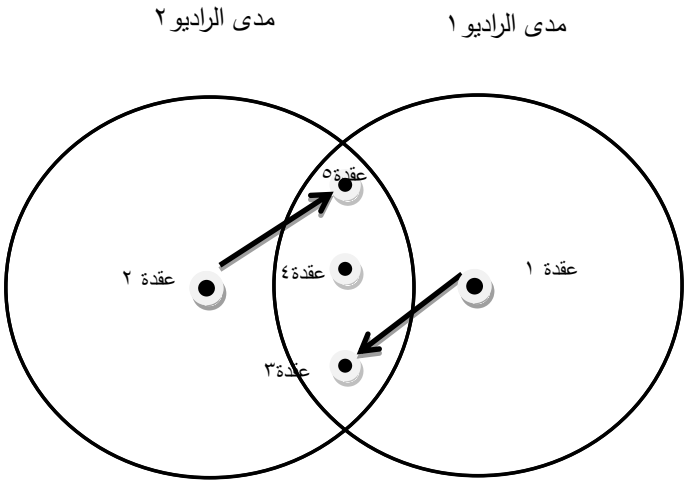
٣,٥ خوارزمية النظام

تقوم الخوارزمية المستخدمة في عملية تحديد وتوزيع العقد والتحكم بها. وتحديد مواقع العقد والمناطق المراد مراقبتها . كل عقدة تمثل نقطة والمنطقة المرغوب بمراقبتها هي مساحة متعدد الاضلاع والتي تم تعريفها بمخطط فوروني، والهدف هو لتحديد المساحة لكل عقدة والتي تكون مسؤولة عنها. عندها نقوم باختيار العقد ذات المساحة الاصغر فاذا كانت صغيرة جدا يجب اطفاء العقدة وفي هذه الحالة فان العقدة المجاورة ستكون مسؤولة عن هذه المساحة وتحديث مخطط فوروني . هذه العملية تستمر حتى لا تكون هناك أيه عقدة مسؤولة عن مساحة اصغر من تغطيتها.

شيفرة هذه الخوارزمية هي:-

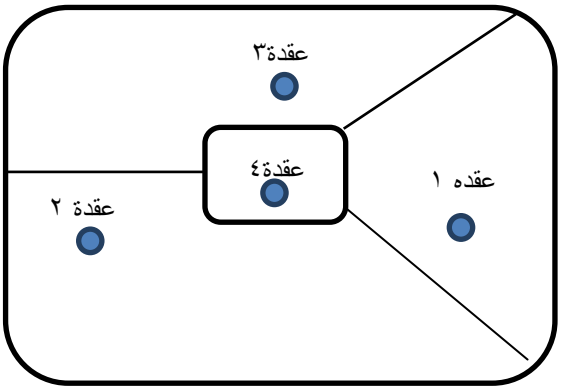
```
Input: set of points.
Output: nodes that should be turned off.

Step 1: Calculate Voronoi();
Step 2: do begin
            for every node begin
              calculateVonoroi Area();
            end
Step 3: get Smallest Area();
Step4: if (smallest area <threshold) then
            begin
             node responsibleturn off;
            update Voronoi();
            keep searchingtrue;
            end
          else keep searchingfalse;
       end
Step4: while (keep searching
```

الخوارزمية قد وضحت طوبولوجيا الشبكة في الشكل(٧).

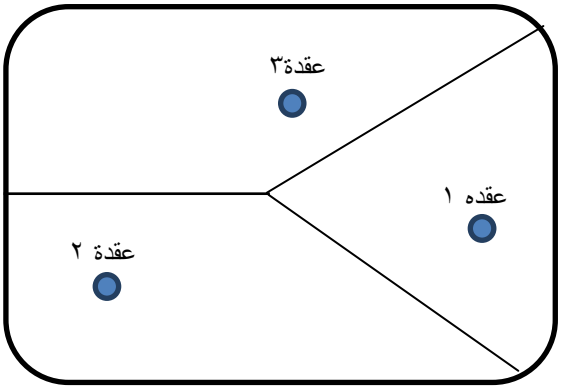


الشكل (٧) يوضح طوبولوجيا الشبكة

الشكل (٨) يوضح مخطط فوروني. ولما كانت العقدة (٤) هي المسؤولة عن المساحة الصغيرة فان الخوارزمية هي التي تقرر بان العقدة (٤) يجب اطفاؤها. الشكل(٩) يوضح طوبولوجيا الجديدة. في هذه الخطوة لا تكون هناك أي عقدة مسؤولة عن مساحة اصغر من تغطيتها.



الشكل (٨) مخطط فوروني الابتدائي

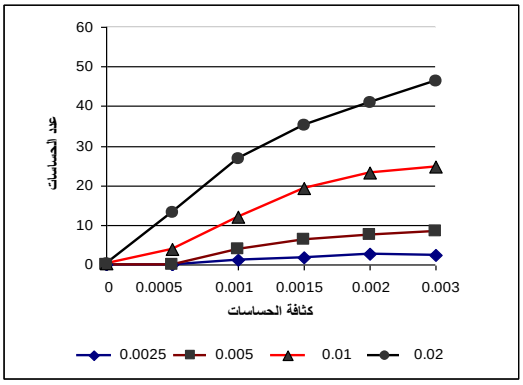


الشكل (٩) شكل فوروني الجديد

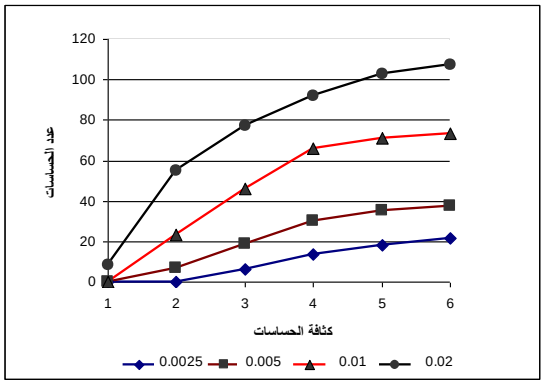
أسوأ حالة تعقيد لحساب مخطط فوروني هي O(n log n) وبهذا فان الخوارزمية تبدي سهولة لكي تنفذ في المحطة الرئيسة. فالتوجه البسيط لتحديث مخطط فوروني ، وكذلك لإعادة بنائه في اسوا قيمة للتعقيد هي $O(n^2 \log n)$. وعموماً يمكن استخدام التوجة التزايدي من اجل تحديث مخطط فوروني.

٦.النتائج ومناقشتها

الشكل (١٠ أ و ب) يوضح عدد عقد الاسناد بوصفها متغيرات للكثافة، لمساحات التغطية المختلفة، ذات تغطية متحسس مختلفة، والتي تكون على التوالي ١٢٠،٦٠ وعندما تزداد الكثافة فإنَّ عدد عقد الاسناد يزداد ايضاً، وهذا يحدث ايضاً عند مقارنة تغطية الحساس لمساحة فوروني وعدد عقد الاسناد، فالشكل(١٠ ب) فيوضح الحالة الممتازة عندما عقدة واحدة كافية لتغطية المساحة المرغوبة واعادة ٩٩ عقدة كعقد اسناد، وهذه افضل حالة للنظام لان التصميم يخزن ٩٩% من طاقة الشبكة، والشكل(١٠ أ) يوضح عندما كثافة الشبكة تكون منخفضة فلا توجد هناك عقد أسناد.



الشكل (١٠أ) الكثافة لـ٦٠ عقدة حساس



الشكل (١٠ب) الكثافة لـ١٢٠ عقدة حساس

ولما كانت تغطية الحساس منخفضة لذلك لم تكن هناك مساحة مفقودة وبهذا يكون الخزين معتمداً على كثافة الشبكة.

٧.الاستنتاجات

- توضيح عمل عقد الحساس هي بالواقع تراقب المنطقة المرغوب بها بوصفها معيار مهماً في شبكات الحساس اللاسلكية.
- تم تعريف التغطية للمنطقة المراقبة كمقياس جودة الخدمة للشبكة التي تعطينا النسبة المئوية للمساحة المرغوب مراقبتها .
- توفير الطاقة في شبكات الحساس اللاسلكية مؤشر حرج، ولذلك فإن إدارة التطبيقات يعد ضرورياً من اجل عمل مصادر الشبكة.
- عرف نموذج العمل طريقة لحفظ موارد الشبكة.
- تم تقديم الفكرة الخاصة بعقد الاسناد وتم تعريف وتقييم معيار لتحديد أي من عقد الحساس يجب أن تطفئ. النتائج تبين ان النموذج المقترح قابل للقياس ويقدم خصائص كفاءة الطاقة، وأن كمية عقد الاسناد تعتمد على كثافة الشبكة، أذ بالإمكان توفير الطاقة من دون فقدان مساحة التحسس.

٨.المصادر

[1] Marcos Augusto M. Vieira, Luiz Filipe M. Vieira, Linnyer B. Ruiz, Antonio A.F. Loureiro, Antonio O. Fernandes, Jos´e Marcos S. Nogueira, *"Scheduling Nodes in Wireless Sensor Networks: A Voronoi Approach", Proceedings of the 28th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks ,LCN'2003*.

[2] G. Albers et al. *"Voronoi diagrams of moving points", International Journal of Computational Geometry and Applications*, 8(3):365–380, 1998.

[3] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan. *"Energy-efficient communication protocols for wireless microsensor networks", In 33rd International Conference on System Sciences, pages 3005–3014, 2000.*

[4] Y. Zhao, R. Govindan, and D. Estrin.*" Residual energy scans for monitoring wireless sensor networks", In IEEE Wireless Communications and Networking Conference, pages 356–362, 2002.*

[5] S. Meguerdichian et al. *"Coverage problems in wireless adhoc sensor networks", In IEEE INFOCOM, pages 1380–1387, 2001.*

[6] D. Tian and N. D. Georganas.*" A coverage-preserving node scheduling scheme for large wireless sensor networks", In First ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications, pages 32–41, 2002.*

[7] L. Ruiz, J. Nogueira, and A. Loureiro. *"Manna: A management architecture for wireless sensor networks", IEEE Communications Magazine, 41(2):116–125, February 2003.*

[8] You, Y., Yoo, J., Cha, H., 2007. *"Event region for e_ective distributed acoustic source localization in wireless sensor networks. In: Wire-less Communications and Networking Conference. Hong Kong, China*, pp. 2762{2767.

[9] Zhang, S., Cao, J., Chen, L., Chen, D., Oct. 2009. *On accuracy of region-based localization algorithms for wireless sensor networks. In: IEEE Int. Conf. Mobile Adhoc and Sensor Systems. Macau, China*, pp. 30-39.

[10] Fan Jing; Wu Qiong; Hao JunFeng , November 2010, *Optimal deployment of wireless mesh sensor networks based on Delaunay triangulations. In: IEEE Int. Conf Information Networking and Automation (ICINA), 2010 International Conference on , Kunming*, On page(s): V1-370.

[11] Wenge Li; Taoshen Li; Zhihui Ge , August 2011, *A delaunay triangulation based method for optimizing backbone wireless mesh networks, In: IEEE Int. Conf Computer Science and Service System (CSSS)*, Page(s): 959 - 962

[12] Ed. D.J. Cook and S.K. Das, "*Wireless Sensor Networks, Smart Environments: Technologies, Protocols, and Applications", John Wiley, New York, 2004.*

[13] قوبعة ، د. أنيس، ، اغسطس ٢٠١١، من شبكات البيانات الرقمية إلى شبكات الأشياء وأنظمة الحوسبة المادية، المجلة الدولية لاتصالات الجمعية العربية للحاسبات: العدد الخاص بالاتصالات الشبكات اللاسلكية ،العدد الرابع، الجزء الاول.

[14] G. Mulligan, *"The 6lowpan architecture in EmNets": Proceedings of the 4th workshop on Embedded networked sensors. New York, NY, USA '2007.*

[15] Mark de Berg , Otfried Cheong, Marc van Kreveld and Mark Overmars, *Computational Geometry, Algorithms and Applications, Third Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.*

[16] J. O'Rourke, *Computational Geometry in C, Cambridge University Press, second edition, 1998.*

[17] R. Ramadan, K. Abdelghany, H. El-Rewini, *"SensDep: A Design Tool for the Deployment of Heterogeneous Sensing Devices," DSSNS, pp. 44-53, Second IEEE Workshop on Dependability and Security in Sensor Networks and Systems, 2006.*

[18] B. Nath et al. Special issue on, *"smart spaces and environments", IEEE Personal Commununications , 7(5), October, 2000.*

[19] N. Bulusu, J. Heidemann, and D. Estrin. *"Gps-less low cost outdoor localization for very small devices", IEEE Personal Communications Magazine, 7(5):28–34, 2000.*

Voronoi Based Coverage Control For Wireless Sensors Networks

Maan Younis Abdullah[1] , Huthaifa Mohammed Kanoosh[2]
[1] *Computer and Math. Collage , Mousel University , Mousel , Iraq*
[2] *Computer and Informatics Center Tikrit University , Tikrit , Iraq*

(**Received:** 26 / 3 / 2012 ---- **Accepted:** 19 / 7 / 2012)

Abstract

A wireless sensor network is a special kind of ad-hoc network with distributed sensing and processing capability that can be used in a wide range of applications, such as environmental monitoring, industrial applications and precision agriculture. Despite their potential applications, such networks have particular features imposed by resource restrictions, such as low computational power, reduced bandwidth and specially limited power source. In case of a network with a high density of sensor nodes, some problems may arise such as the intersection of sensing area, redundant data, communication interference, and energy waste. A management application is necessary to make the most of network resources. On the other hand, a high-density network can introduce a fault-tolerant mechanism, increase precision, and provide multi-resolution data. The network density control depends on the application. This paper proposed a method to set up which nodes should be turned off or on. The management may take the sensor node out of service temporally. Our design uses a Voronoi Diagram, which decomposes the space into regions around each node. That schema could be used in a management architecture for a wireless sensor networks.