استخدام العميل البرمجي المتنقل لتقليل التأخير الزمني في عقد شبكات Ad-hoc

د. م. لبنى علي
أستاذ مساعد – قسم هندسة تكنولوجيا المعلومات
كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات – جامعة طرطوس

الباحثة: م. نور سليمان قسم هندسة تكنولوجيا المعلومات
كلية هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات – جامعة طرطوس

الملخص:

نالت شبكات الحساسات اللاسلكية دوراً هاماً في كافة مجالات الحياة نظراً لتكلفتها المنخفضة التي تمكن أغلب الباحثين من استخدامها في دراساتهم وأبحاثهم، ولسهولة توزيعها في منطقة. لذلك انصبَ اهتمام الباحثين على محاولة حل المشاكل والعقبات التي تعيق استخدام تلك الشبكات وأهمها موضوع خفض استهلاك طاقة عقد الحساسات اللاسلكية وتقليل زمن جمع البيانات. لذلك فقد تم استخدام طريقة قائد عنقود متحرك واحد إذ تقوم بتقسيم الشبكة إلى عدد من العناقيد كما في بروتوكول(LEACH) ولكن تختلف عنه بأن قائد العنقود متحرك بينما كان قائد العنقود في بروتوكول LEACH ثابتاً في مكانه[1]. قدمت هذه الدراسة تخفيضاً ملحوظاً في أداء عقد الحساسات اللاسلكية، ولكن عندما تكون الشبكة كثيفة العقد فمن المحتمل أن تنفذ طاقة قائد العنقود المتحرك قبل انتهاء الجولة المحددة له، لذلك استخدم البحث [2] قائدي عنقود متحركين ضمن العنقود يقومان بجمع البيانات التي استشعرتها

عقد الحساسات إذ يتحركان ضمن العنقود باتجاهين مختلفين لجمع البيانات من كافة العقد ضمن العنقود وذلك لتقليل التأخير الزمني الناتج عن مرور قائد عنقود واحد على كافة العقد ضمن الشبكة، كما تم تخفيض التعقيد البرمجي للآلية المستخدمة في ذلك البحث لتقليل التأخير الناتج عن تنفيذ الكود البرمجي للآلية التفرعية. ونظراً لأهمية شبكات الحساسات اللاسلكية وخاصة في تطبيقات الزمن الحقيقي سنقوم في هذا البحث بمحاولة تخفيض التأخير الزمني إلى أكبر قدر ممكن باستخدام العميل المتنقل الذي ينتقل لتجميع المعلومات من العقد الواقعة ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول، إن تقنية العميل البرمجي المتحرك ظهرت حديثاً و تم استخدامها بعدة مجالات وهي تقنية جديدة تتميز بقدرة هذا العميل على التنقل من مضيف إلى آخر ضمن الشبكة .

الكلمات المفتاحية: بروتوكولات العنقدة، شبكات الحساسات اللاسلكية، شبكات Ad-hoc، الوكيل المتنقل.

Using a mobile programing agent to reduce the delay in ad-hoc networks

Abstract:

Wireless sensor networks have played an important role in all areas of life due to their low cost that most researchers have been able to use in their studies and research, and the ease of distribution in an area.

Therefore, the researchers focused on trying to solve the problems and obstacles that hinder the use of these networks, the most important of which is the issue of reducing the power consumption of wireless sensor nodes and reducing the time of data collection.

Therefore, the single mobile group leader method was used, because it divides the network into a number of groups as in the LEACH protocol, but differs from it in that the group leader is mobile while the group leader in the LEACH protocol is fixed in mode [1].

This study presented a significant decrease in the performance of wireless sensor nodes, but when the network is dense with nodes, it is likely that the moving group leader will run out of energy before the end of his scheduled tour. So that, the research [2] used two moving cluster leaders inside the cluster collecting sensor data by Sensing nodes as they move within the cluster in two different

directions to collect data from all nodes within the cluster to reduce the time delay caused by the passage of one cluster leader nodes for all nodes within the network.

Due to the importance of wireless sensor networks, especially in real-time applications, in this paper we will try to minimize the time delay by using the mobile client that moves to collect information from nodes within the coverage area of the access point. Mobile client software technology has recently emerged and has been used in several fields, and it is a new technology characterized by the ability of this client to move from one host to another within the network.

Key words: Clustering protocols, wireless sensor networks, ad-hoc networks, and mobile agent.

1-المقدمة:

تعتبر شبكات Ad-Hoc من أكثر الشبكات انتشارًا في جميع المجالات، خاصة في الأماكن التي انهارت فيها البنية التحتية، إما بسبب الحروب أو الزلازل أو الفيضانات أو غيرها من الكوارث .علاوة على ذلك، فإن هذا النوع من الشبكات مناسب في الأماكن التي لا يمكن الوصول إليها من قبل البشر، مثل أعماق البحر وداخل جسم الإنسان .يتم تشكيل الشبكات المخصصة دون الحاجة إلى بنية تحتية أو تنظيم مسبق .لأن كلمة Ad-Hoc تعني أن الأجهزة يمكنها إنشاء اتصال في أي وقت وفي أي مكان دون الحاجة إلى بنية تحتية مركزية [2] بالإضافة إلى تكلفتها المنخفضة مما يجعلها سهلة الانتشار والاستخدام .تصنف أنواع الشبكات المخصصة إلى [2] [3] :

- Mobile Adhoc Network (MANET)
- Vehicle Adhoc Network (VANET)
- Wireless Sensor Network (WSN)
- Wireless Mesh Network (WMN)

يهتم هذا البحث بشبكة المستشعرات اللاسلكية (WSN) وهي النوع الثالث من شبكات Ad-Hocحيث تم تنفيذ قيادة الكتلة المتوازية لتقليل استهلاك طاقة العقد .تعاني شبكات الاستشعار اللاسلكية من نفاد نقاط استشعار الفعل في وقت قصير ، مما يؤدي في بعض الحالات إلى موت شبكة المستشعرات .لذلك ، تركز معظم الأبحاث في مجال WSNعلى حل هذه المشكلة .ركزت الدراسات السابقة على موضوع تقليل طاقة أجهزة الاستشعار اللاسلكية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع:

- Table-driven protocols
- On demand-driven protocols
- Hybrid protocols

يعمل البروتوكول الأول السابق على النحو التالي: تحتفظ كل عقدة بجدول (يسمى جدول توجيه العقدة) يحتوي على جميع العقد في الشبكة والمسارات التي تربط كل عقدة ببقية

العقد الأخرى. إن تشكيل جداول التوجيه في كل عقدة يستنزف طاقتها، لذا فإن هذا البروتوكول مناسب فقط للشبكات الصغيرة ذات كثافة العقدة المنخفضة. بينما في النوع الثاني، ترسل كل عقدة رسالة تطلب مسارًا إلى العقدة الهدف عندما تحتاج إلى ذلك. لذلك، هذا النوع من البروتوكول غير مناسب للشبكات الديناميكية العالية لأنه في الشبكات الديناميكية العالية تتغير طوبولوجيا الشبكة باستمرار، مع كل تغيير، سترسل العقد طلب مسار وبالتالي سيكون زمن التأخير أكبر. أما النوع الثالث فهو يجمع بين النوعين السابقين ولم يقدم تحسنًا ملحوظًا في مجال تقليل التأخير الزمني [3] [4] [5]. لذلك، أثبتت الدراسات اللاحقة أن استخدام بروتوكولات العنقدة أفضل من البروتوكولات المصنفة سابقًا، لأن تقسيم الشبكة إلى مجموعات يسهل التعامل مع الشبكة والتحكم فيها بغض النظر عن كثافتها [1] [6].

وبالتالي، في البحث السابق [1] تمت مناقشة التأخير الزمني، لتحقيق هذا الهدف تم استخدام قائد عنقود متنقل واحد لجمع البيانات من مجموعات الشبكة. تم تحديد عدد العناقيد من قبل مصمم الشبكة مثل آلية بروتوكول LEACH، لكنها تختلف عن LEACHفي أن قائد المجموعة كان متحركًا بينما أنه كان ثابتاً في آلية بروتوكول [6] LEACH. حققت الدراسة المذكورة أعلاه [1] تقدمًا كبيرًا فيما يتعلق بالتأخير الزمني لجمع البيانات من عقد الحساسات اللاسلكية مقارنةً ببروتوكول LEACH. لكن، عندما تكون الشبكة كثيفة (عدد كبير من العقد وحجم الكتلة كبير)، فمن الممكن أن تنفد قوة زعيم الكتلة المتحركة قبل نهاية الجولة المحددة بسبب التأخير الزمني، وقبل إكمال جمع البيانات من جميع العقد داخل الكتلة . كذلك تمت مناقشة تقليل التأخير الزمني من خلال تقليل التعقيد الزمني للبرنامج [2] وحقق هذا البحث نتائج متقدمة بالمقارنة مع الدراسة التي تم التنويه عنها سابقاً [1].

يقترح هذا البحث تحسين إضافي على الآليات السابقة أيضاً وذلك باستخدام تقنية العميل البرمجي المتنقل وهو عبارة عن برنامج يتنقل بين العقد الواقعة ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول.

يعمل العميل البرمجي على جمع البيانات من العقد تسلسلياً وذلك بهدف تقليل زمن جمع المعلومات من العقد وبالتالي المحافظة على مدة حياتها لأطول فترة ممكنة.

فكرة العمل المقترحة تقوم على تقسيم الشبكة إلى قسمين القسم الأول يحتوي العقد الواقعة ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول والقسم الثاني هو العقد غير الواقعة ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول والتي يتم تقسيمها إلى عناقيد باستخدام معالجة تفرعية لحل مشكلة كثافة الشبكة إذ سيتم انتخاب قائدَي عنقود يتحركان في مسارين مختلفين ضمن العنقود في كل جولة وذلك لتغطية المنطقة التي يشغلها العنقود بالكامل بهدف تقليل زمن جمع المعلومات في شبكة الحساسات اللاسلكية إلى أطول فترة ممكنة وبالتالي الحفاظ على طاقة قائدَي العنقود.

2-أهمية البحث وأهدافه:

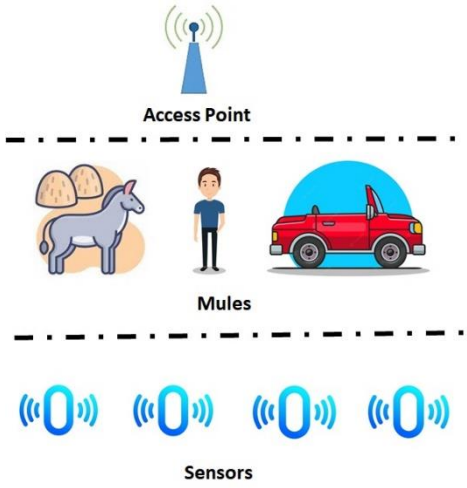
يهدف هذا المقال إلى تقليص المشاكل التي تعاني منها تلك الشبكات ألا و هي زمن التأخير بجمع البيانات بالشبكة إلى أكبر قدر ممكن و ذلك للاستفادة منها في كافة التطبيقات نظراً لأهمية شبكات الحساسات اللاسلكية على كافة الأصعدة [8,9,10,11] ، ولأن أغلب التطبيقات هي تطبيقات زمن حقيقي إذ تتطلب التنفيذ بشكل آني، و يسبب التأخير الزمني في هذه التطبيقات إلى فشل في الأداء و عدم دقة في المعايير [12,13] فإنّ هذا البحث يهدف إلى حل ذلك العائق الذي يعترض أغلب مستخدمي شبكات الحساسات اللاسلكية للتمكن من استخدامها الفعال في كافة المجالات و ذلك باستخدام العميل البرمجي المتحرك.

بدأت فكرة العميل المتحرك في أواخر التسعينات لتصبح أساساً في تطوير العديد من التطبيقات في العصر الراهن لما تتمتع به من مزايا مثيرة نذكر منها : تخفيض الحمل على الشبكة، التغلب على مشكلة التأخير في الشبكة، العمل بشكل مستقر وغير متزامن، التكيف الديناميكي .....

العميل المتحرك هو عبارة عن برمجيات خاصة تتميز بقدرتها على التنقل بين مضيفات الشبكة حاملة معها المعطيات والكود اللازم لإنجاز الوظيفة الموكلة إليها و في حال انقطاع الاتصال بين مخدم إدارة الشبكة والشبكة الفرعية فإنه يتم تخزين كل البيانات المتعلقة بالعميل المتنقل بشكل مؤقت بالعقدة الحالية التي وصل إليها العميل حتى عودة الاتصال مرة أخرى وعندها تتم متابعة العمل حتى انتهاء المهمة الموكلة للعميل المتنقل وعودته مع البيانات المخزنة فيه إلى مخدم الإدارة [13].

3- طرائق البحث ومواده:

يمكن تصنيف التسلسل الهرمي لعقد شبكات الحساسات اللاسلكية إلى ثلاثة أنواع حسب مستوى التصنيف . أنواع هذه العقد هي نقطة الوصول والبغال وأجهزة الاستشعار كما هو موضح في الشكل التالي [8].

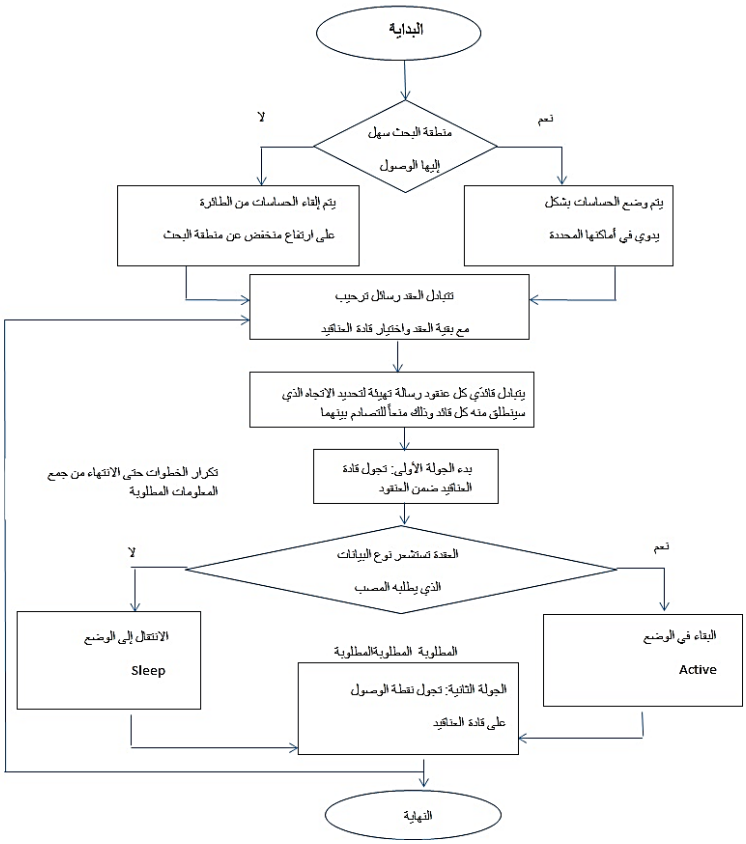


الشكل (1) المستويات الهرمية لعقد الحساسات اللاسلكية [8]

توجد نقاط الوصول في أعلى مستوى هرمي، وتتمتع بأعلى مستوى طاقة بين جميع العقد. تتجول نقطة الوصول في الشبكة وتتصفح جميع قادة المجموعات لجمع البيانات. في نهاية كل جولة، سيتم جمع جميع المعلومات حول الشبكة . تقع العقد المتحركة التي تسمى بالعادة البغال في المستوى الهرمي الثاني بعد نقطة الوصول وتلعب دور قادة العناقيد، وتتمتع البغال عمومًا بطاقة أقل من طاقة نقطة الوصول المتحركة وأعلى من طاقة بقية العقد الشبكية. في كل جولة، يمر البغل عبر جميع العقد داخل العنقود لجمع البيانات التي جمعتها تلك العقد [8].

أدنى مستوى هرمي هو عقد الحساسات اللاسلكية التي تستشعر البيانات أثناء الجولات. يتم استخدام معرّف لكل عقدة يمثل نوع البيانات التي تجمعها، عندما تكون هناك حاجة إلى بيانات محددة، يتحرك قائد المجموعة نحو العقد التي تبحث عن نوع البيانات المطلوبة .

في دراسة سابقة، اقترحنا خوارزمية عمل معدلة من خوارزمية .LEACH حيث تم الاعتماد على جعل قائد العنقود متنقلًا بدلاً من أن يكون ثابتاً وتم اختيار العقدة ذات أعلى طاقة لتلعب دور القائد [1]. تم العمل وفق الخوارزمية الموضحة في شكل (2). لقد حققت هذه الطريقة تقدمًا ملحوظاً فيما يتعلق بتحسين التأخير الزمني لعملية جمع البيانات من عقد الحساسات في الشبكة. ومع ذلك، وجدنا أن هذه الطريقة محدودة الاستخدام في حالة الشبكات ذات العقد عالية الكثافة.

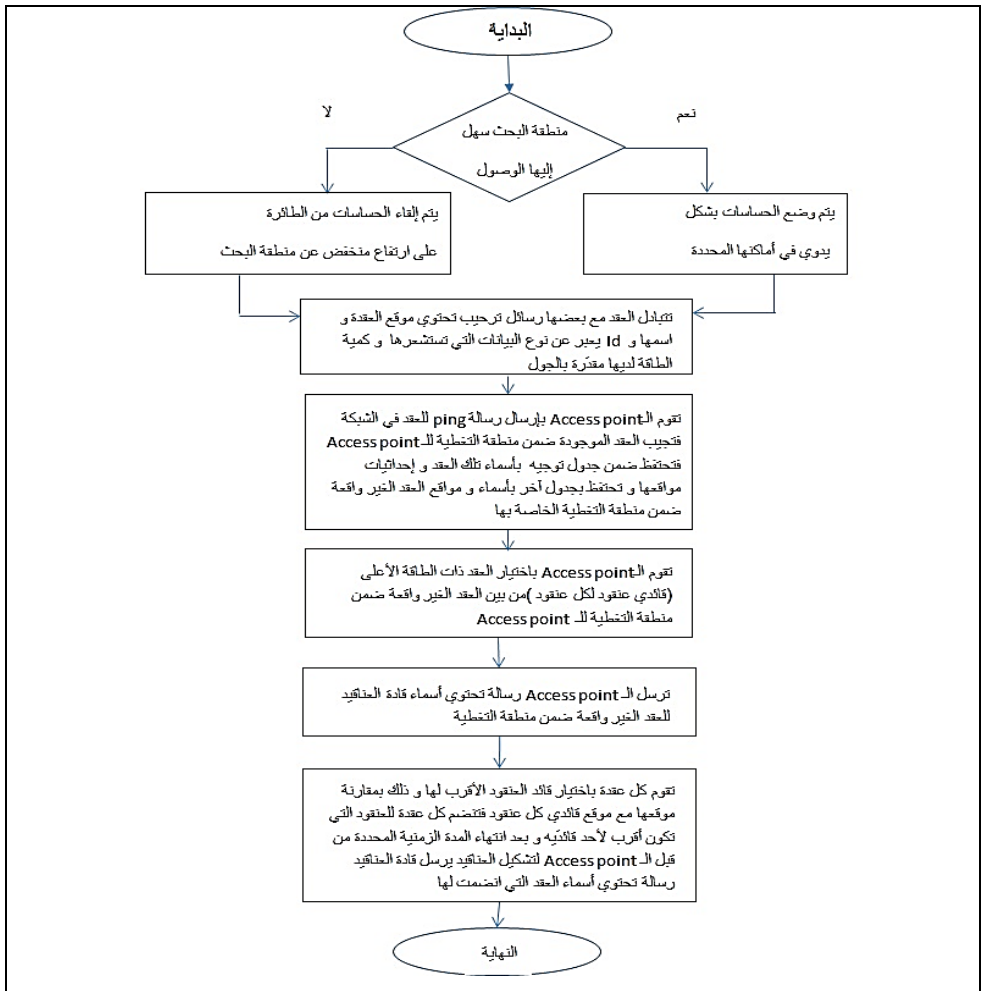


الشكل (2) الخوارزمية المقترحة في البحث السابق [1]

لقد دفعتنا المشكلة المذكورة إلى العمل على تطوير هذا البحث من أجل الوصول إلى نتائج أفضل بمشكلة التأخير الزمني. أصبحت الخوارزمية المقترحة كما هو موضح في الشكل (3).

الآلية المقترحة في هذا البحث:

- المرحلة الأولى: تشكيل الشبكة



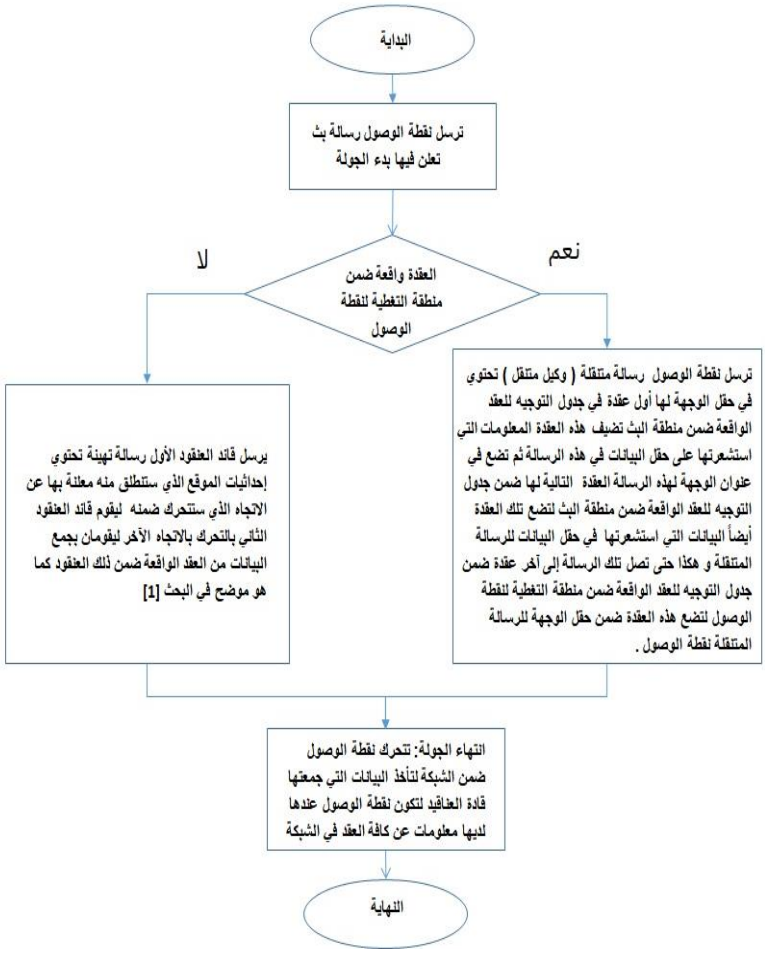
الشكل (3) المرحلة الأولى من الخوارزمية المقترحة مرحلة تشكيل الشبكة

يوضح الشكل السابق المرحلة الأولى من آلية العمل المقترحة في هذا البحث ،حيث يتم تقسيم الشبكة إلى قسمين ، يضم القسم الأول عقد الحساسات اللاسلكية الواقعة ضمن

منطقة التغطية لنقطة الوصول و هي العقد التي تصلها رسالة الـ ping التي أرسلتها نقطة الوصول فترسل هذه العقد رسالة تأكيد وصول فتقوم نقطة الوصول بتشكيل جدول للعقد الواقعة ضمن منطقة التغطية الخاصة بها ، يحوي هذا الجدول أسماء تلك العقد و مواقعها و نوع البيانات التي تستشعرها ، و يضم القسم الثاني بقية العقد التي لا تقع ضمن منطقة التغطية الوصول إذ يتم تقسيم هذه العقد إلى عناقيد، ويتم اختيار قائدي عنقود متحركين لكل عنقود ، يقومان بالتجول ضمن العنقود لجمع البيانات التي استشعرتها عقد الحساسات اللاسلكية ، إذ يتحرك هذين القائدين باتجاهين مختلفين لجمع البيانات من عقد الحساسات ضمن العنقود قبل انتهاء الجولة.

- المرحلة الثانية: آلية العمل:

يوضح الشكل التالي آلية العمل المقترحة في هذا البحث بعد تشكيل الشبكة، إذ ترسل نقطة الوصول رسالة بث معلنة فيها بدء الجولة ، و بعد ذلك تقوم نقطة الوصول بإرسال عميل برمجي متنقل (كيان برمجي متنقل) للعقد الواقعة ضمن منطقة التغطية لها، إذ ترسل هذا الوكيل لأول عقدة تقع ضمن الجدول الخاص بالعقد الواقعة ضمن منطقة التغطية ليقوم بأخذ البيانات التي استشعرتها تلك العقدة و يكون عنوان الوجهة لهذا الوكيل هو العقدة التالية في الجدول السابق فيقوم بأخذ البيانات التي استشعرتها هذه العقدة و يضيفها إلى حقل البيانات لديه و يكون عنوان الوجهة له العقدة التالية لتلك العقدة و هكذا حتى يصل إلى آخر عقدة ضمن هذا الجدول فيضيف البيانات التي استشعرتها تلك العقدة إلى حقل البيانات لديه و تكون الوجهة لهذا العميل عندئذ هي نقطة الوصول التي تستقبل العميل البرمجي وتأخذ البيانات الموجودة في حقل البيانات لديه (و هي البيانات التي استشعرتها جميع العقد الواقعة ضمن منطقة التغطية). بينما تقوم قادة العناقيد بالتنقل ضمن العنقود لجمع البيانات التي استشعرتها العقد الموجودة ضمن العنقود لتقوم نقطة الوصول عند انتهاء الجولة بالتنقل ضمن الشبكة للمرور على قادة العناقيد التي جمعتها قادة العناقيد.

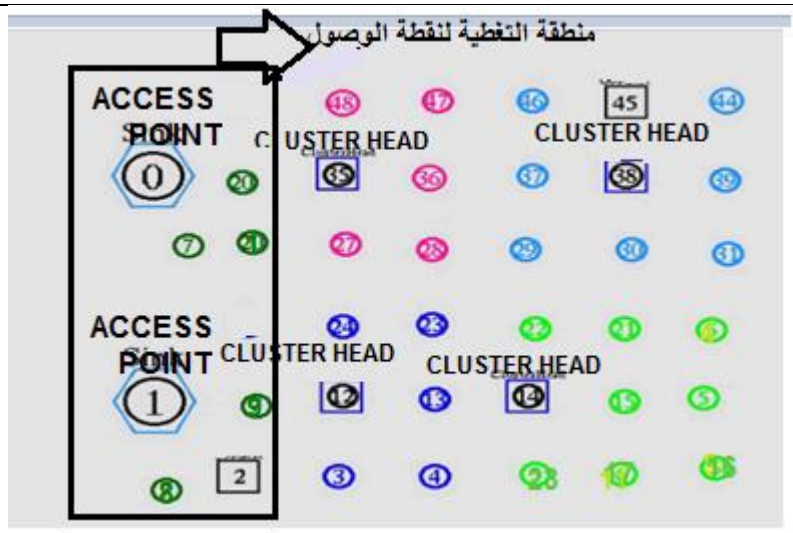


الشكل (4) المرحلة الثانية من الخوارزمية المقترحة مرحلة آلية العمل

4- تصميم الشبكة والنتائج:

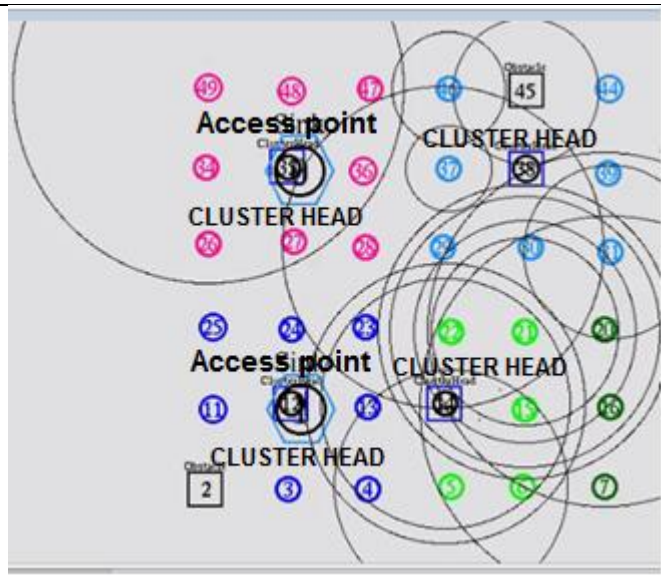
يوضح الشكل التالي تصميم الشبكة المدروسة تتكون الشبكة المدروسة من مجموعتين، كل مجموعة تضم 18 عقدة حساسة ونقطة وصول .تم وضع عقد الاستشعار في منطقة البحث، وقد تم تحديد إحداثيات الموقع لكل عقدة مستشعر مسبقًا بواسطة مصمم الشبكة. بعد وضع العقد في منطقة البحث إذ يتم تحديد إحداثيات موقع كل عقدة

حساس مسبقاً من قبل مصمّم الشبكة ويتم وضعها بشكل يدوي في تلك الأماكن وفي حال كانت المنطقة خطيرة أو يصعب الوصول إليها من قبل الإنسان فيتم رمي الحساسات من الطائرة في الأماكن المحدّدة إذ يتم رميها عن ارتفاع منخفض للمحافظة عليها من التحطّم.



الشكل (5) وضع الشبكة بعد انتخاب قادة العناقيد

يوضح الشكل (5) تشكيل العناقيد إذ يتم اختيار عدد العناقيد بشكل مسبق من قبل مصمم الشبكة (عدد العناقيد 4 في هذا البحث) كما يوضح العقد الواقعة ضمن منطقة التغطية وهي منطقة العميل البرمجي الذي سيقوم بجمع البيانات منها.



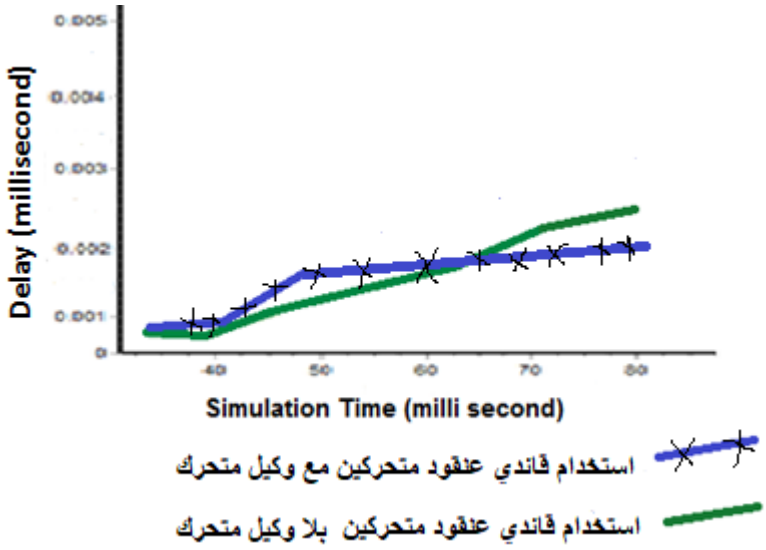
الشكل (6) حركة نقطة الوصول في الشبكة بعد انتهاء الجولة الأولى

الشكل (6) تحرك نقطة الوصول ضمن الشبكة بعد انتهاء الجولة لجمع البيانات من قادة العناقيد وذلك بعد أن قامت قادة العناقيد بالتجول ضمن عنقوده لجمع البيانات من الحساسات ضمن الجولة.

من أجل اختبار الخوارزمية المقترحة، اخترنا NS2 كمحاكي للشبكة، والذي يستخدم لمحاكاة عدد كبير من الشبكات السلكية واللاسلكية، وهو يدعم العديد من بروتوكولات الشبكة. في البداية الأمر، تم تصميم هذا البرنامج ليعمل على نظام التشغيل Linux باستخدام واجهة terminal، وبعد ذلك أصبح البرنامج يدعم العمل على نظام التشغيل windows xp من خلال برنامج Cygwin، وهو واجهة تشبه terminal ولكنها مكتوبة باستخدام تعليمات .DOS استخدمنا أيضًا XGRAPH وهو برنامج يمكنه عرض نتائج البحث في شكل رسوم بيانية.

دراسة التأخير الزمني (delay):

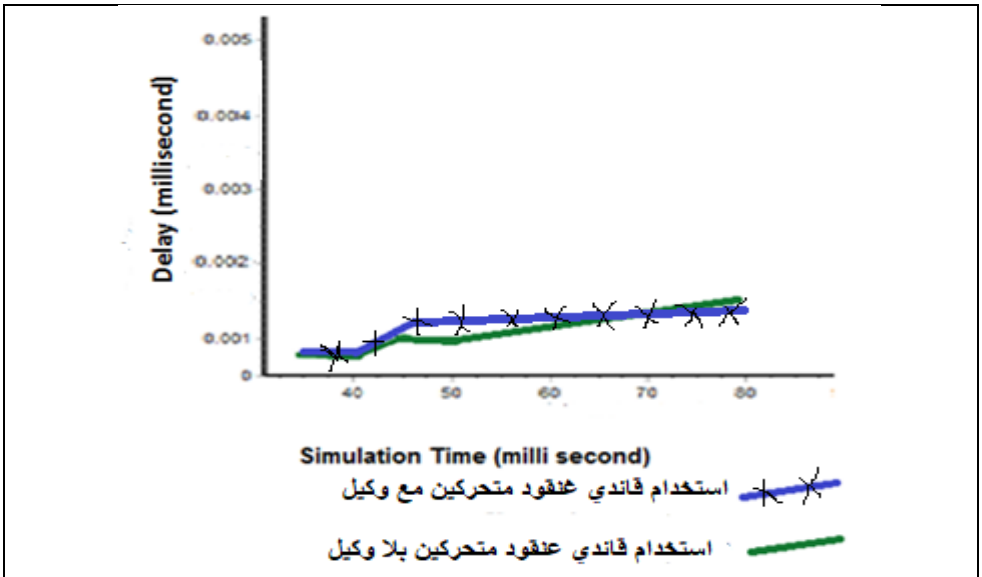
التأخير هو الفرق بين زمن إرسال رسالة طلب المعلومة من قِبَل المرسل و زمن إرسال تلك المعلومة من قبل المستقبل. و كلما قلّ التأخير تكون استجابة الشبكة أعلى نظراً لأن شبكات الحساسات اللاسلكية تستخدم في التطبيقات التي تتطلب استجابة آنية فيتم نقل البيانات في الزمن الحقيقي فكلما زاد التأخير تنخفض فعالية الشبكة في الرصد.



الشكل (7) التأخير في العقدة المتحركة عند استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل وبلا وكيل

يوضح الشكل السابق قيمة التأخير الزمني لدى العقدة المتحركة عند انتهاء المحاكاة فهي تساوي 0.002 ms عند تطبيق الآلية المقترحة في هذا البحث و هي استخدام قائدي عنقود متحركين لدى كل عنقود مع وكيل متحرك و هي أقل من قيمة التأخير

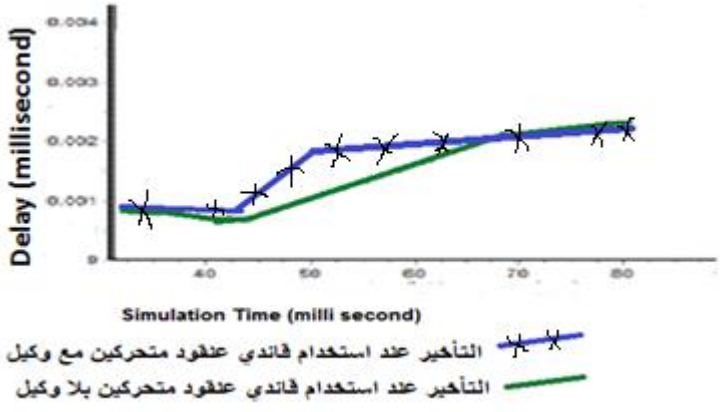
الزمني الناتج عن استخدام قائدي عنقود متحركين بلا وكيل و تساوي 0.0028 ms و هذا منطقي نظراً لأن استخدام الوكيل المتنقل يقسم عملية جمع البيانات ضمن العنقود إلى قسمين قسم يرسل البيانات عبر الوكيل المتنقل و لا يخضع لعملية الانتخاب إذ يقوم بإضافة البيانات التي استشعرها مباشرة إلى الوكيل المتنقل و القسم الثاني عبارة عن عنقودين يضمان العقد الأقرب لقادة تلك العناقيد ليخفف التأخير الناتج عن مرور قادة العناقيد إلى العقد البعيدة عنها ففي هذه الحالة سيقل التأخير الناتج عن مرور قادة العناقيد نظراً لأن قسم من العقد يقع ضمن منطقة البث لنقطة الوصول فيقل عدد العقد ضمن العناقيد.



الشكل (8) يوضح قيمة التأخير الزمني لدى عقدة وسطية عند انتهاء المحاكاة عند استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل و بلا وكيل

قيمة التأخير الزمني لدى العقدة الوسطية عند انتهاء المحاكاة عند استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل تساوي 0.0016 ms و هي أقل من قيمة التأخير الزمني عند انتهاء المحاكاة عند استخدام قائدي عنقود متحركين بلا وكيل و تساوي 0.0018ms

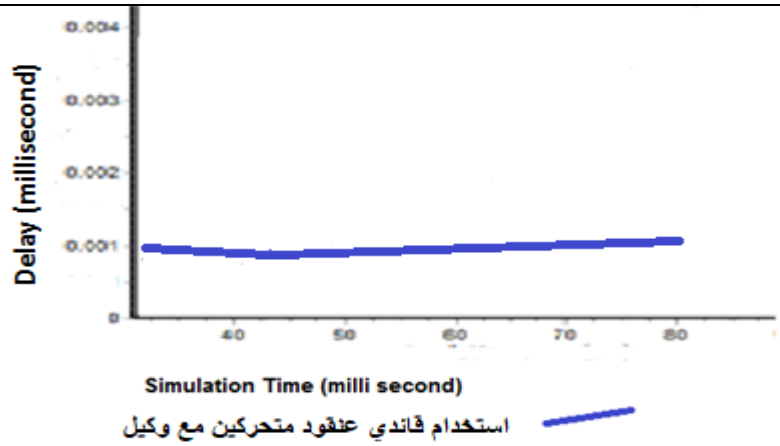
و هذا منطقي و محتمل لأن عند استخدام قائدي عنقود متحركين يكون احتمال مرور أحد قائدي العنقود المتحركين على العقدة أسرع و أكبر مما يخفف زمن الانتظار لدى العقدة الوسطية كما أن وجود قسم من العقد ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول يجعل عدد العقد ضمن العناقيد أقل مما يخفف زمن الانتظار لقائد العنقود ليصل إليها.



الشكل (9) قيمة التأخير الزمني لدى عقدة طرفية عند استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل وبلا وكيل

يوضح الشكل السابق قيمة التأخير الزمني عند انتهاء المحاكاة لدى عقدة طرفية عند استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل و يساوي 0.0024 ms و عند استخدام قائدي عنقود متحركين بلا وكيل متحرك واحد =0.0025ms و نلاحظ أن الآلية المقترحة في البحث و هي استخدام قائدي عنقود متحركين مع وكيل خفضت من قيمة التأخير الزمني لدى العقدة الوسطية عند انتهاء المحاكاة أكثر من استخدام قائدي عنقود متحركين بلا وكيل و هذا منطقي لأن احتمال وصول أحد قادة العناقيد إلى العقدة الطرفية أكبر من وصول قائد عنقود واحد و نلاحظ أن قيمة التأخير لدى العقدة

الطرفية أكبر مما هي عليه لدى العقدة المتحركة و الوسطية نظراً لزيادة الزمن المنتظر لوصول قائد العنقود إليها.



الشكل (10) قيمة التأخير الزمني لدى عقدة ليست ضمن عنقود عند استخدام

يوضح الشكل السابق قيمة التأخير الزمني لدى العقدة الواقعة ضمن منطقة التغطية لنقطة الوصول وتساوي 0.0014 ms وهي أقل من قيمة التأخير لدى باقي العقد الموجودة ضمن العناقيد نظراً لأنها تقوم بإضافة البيانات بشكل مباشر إلى الوكيل المتنقل ولا تخضع لعمليات الانتخاب و مقارنة الموقع بالنسبة لقادة العناقيد مما يخفف من قيمة التأخير الزمني لديها.

5-الاستنتاجات و التوصيات:

تعد مسألة تقليل التأخير الزمني لعقد الحساسات اللاسلكية من الموضوعات المهمة التي يتناولها الباحثون لما له من أثر مباشر على عمر شبكة الحساسات اللاسلكية، حيث أن إطالة عمر الشبكة يتيح استخدام تلك الشبكات في جميع المجالات والاستفادة من مزاياها بشكل أكبر.

تناول هذا البحث مسألة تقليل التأخير الزمني للعقد باستخدام تقنية العميل البرمجي المتحرك.

أظهرت نتائج البحث أن الآلية المقترحة استطاعت تحقيق تقدم ملحوظ في موضوع التأخير الزمني وكذلك فإنه من المؤكد أن هذه الطريقة ستنعكس إيجاباً على استهلاك الطاقة حيث أنه في دراسة سابقة تم استخدام قائدي عنقود أي أننا قمنا بتوظيف عقدتين بالشبكة بدلاً من عقدة واحدة، بهذه الحالة نحن أمام انتقاد وهو أن تشغيل عقدتين بمهمة قائد عنقود ممكن أن يستنفذ طاقة عقدتين معاً. لذا فإننا قمنا من خلال هذه الدراسة بمحاولة الاستفادة من آلية عمل الميل البرمجي المطبقة على شبكات الانترنت وتطبيقها بمجال شبكات الحساسات اللاسلكية ad-hoc .

ممكن أن تعاني تجربتنا من مشكلة الأمن للبيانات المرسلة عن طريق شبكة الانترنت لذا فإننا سنوجه بحثنا التالي بهذا المنحى وسنقوم بعرض بحثنا فور توفره.

6-المراجع

[1] Ali,Dergham, and Nour Souliman. " Proposing a technique to routing data between wireless sensor nodes for increasing the life time of Wireless Sensor Networks ." Journal of Tartous univerdity 5.2 (2021).

[2]Ali,Hajrulla, and Nour Souliman." Reducing the Wireless Sensor Networks' Delay by Reducing Program's Complexity and by Using Parallel Processing Mechanism ." European Modern Studies Journal6.4 (2022).

[3] Devarajan, K., and V. Padmathilagam. "An enhanced cluster gateway switch routing protocol (ECGSR) for congestion control using AODV algorithm in MANET." International Journal of Computer Applications 123.3 (2015).

[4] Mamoun, Mamoun. "Important characteristic of differences between DSR and AODV routing protocol." MCN 2007 Conference, November. Vol. 50. 2007.

[5] Heinzelman, Wendi Rabiner, Anantha Chandrakasan, and Hari Balakrishnan. "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks." Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on system sciences. IEEE, 2000.

[6] Purohit, Rakhi, and Bright Keswani. "Node mobility impact on Zone routing protocol." International Journal of Computer Applications 975 (2015): 8887.

[7] Gumaste, S. V., M. U. Kharat, and Thakare VM. "Performance analysis of DSR protocol." International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER), ISSN (Online) (2013): 2347-3878.

[8] Kumar, M. Ravi, N. Geethanjali, and N. Ramesh Babu. "Energy Aware DSDV and FSR Routing Protocols in Mobile Ad Hoc

Networks." International Journal Of Computer Trends And Technology 4.4 (2013).

[9]Al-Rahayfeh, Amer A., Muder M. Almi'ani, and Abdelshakour A. Abuzneid. "Parameterized Affect of Transmission-Range on Lost of Network Connectivity (LNC) of Wireless Sensor Networks." (2010).

[10] Jain, Sushant, et al. "Exploiting mobility for energy efficient data collection in wireless sensor networks." Mobile networks and Applications 11.3 (2006): 327-339.

[11]Lindsey, Stephanie, and Cauligi S. Raghavendra. "PEGASIS: Power-efficient gathering in sensor information systems." Proceedings, IEEE aerospace conference. Vol. 3. IEEE, 2002.

[12]Abuhelaleh, Mohammed A., Thabet M. Mismar, and A. A. Abuzneid. "Armor-LEACH-energy efficient, secure wireless networks communication." 2008 Proceedings of 17th international conference on computer communications and networks. IEEE, 2008.

[13] Ali, Loubna, Hervé Mathieu, and Frédérique Biennier. "Monitoring and Managing a Distributed Networks using Mobile Agents." 2006 2nd International Conference on Information & Communication Technologies. Vol. 2. IEEE, 2006.