دراسة دقة تحديد الموقع في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام الخوارزمية الجينية

الباحثة: نورا عماد كويس ***

الملخص

تشكّل شبكات الحساسات اللاسلكية Wireless Sensors Networks والتي يشار لها اختصاراً WSNs، ثورةً علميةً في مجال الاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة. تقوم WSNعلى فكرة الاستغناء عن العامل البشري الذي كان يشكل عائقا في كثير من الأحيان لعدم إمكانيته التواجد في الأماكن التي توضع فيها هذه الشبكات وخاصة إذا استلزم جمع المعلومات زمنا طويلاً، حيث يمكن نشر عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء من أجل المراقبة والاستكشاف ولأجل الحماية من الكوارث ، وهذا ما يسمّى شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء (UWSNs) Under Water Wireless Sensor Networks .

تم في هذا البحث دراسة كيفية تغير بارامترات الخوارزمية الجينية عند تحديد مواقع الحساسات تحت الماء ، منها نسبة الخطأ ، عدد العقد في الشبكة بالإضافة إلى الزمن المستغرق في التنفيذ.

الكلمات المفتاحية: شبكات الحسّاسات اللاسلكيّة تحت الماء ، الخوارزمية الجينية، تغير الدقة ، عدد العقد في الشبكة.

*****حاصلة على درجة الماجستير في هندسة تكنولوجيا الاتصالات–من قسم هندسة تكنولوجيا الاتصالات– في كليّة هندسة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات – جامعة طرطوس– سوريا**

Studying the accuracy of positioning in a network of wireless underwater sensors using the genetic algorithm

Noura Emad Kwaes ***

□ **ABSTRACT** □

Wireless Sensors Networks (WSNs) are a scientific revolution in wireless communications and embedded systems.

WSN is based on the idea of abandon the human factor, which was often an obstacle because it was not possible to be in the places where these networks are placed, especially if the collection of information required a long time, Underwater wireless sensor nodes can be deployed for monitoring , exploration , and for disaster protection, and this is what is called Underwater Wireless Sensor Networks (UWSNs).

In this paper, we will study how the parameters of the genetic algorithm change when locating sensors under water, Including the error rate, the number of nodes in the network and the time taken to implement.

Keywords: Underwater Wireless Sensor Networks, Genetic Algorithm, Change of Accuracy, the Number of Nodes in the Network.

***** Master Degree, from Communication Technology Engineering Department, Information and communication Technology Engineering , Tartous University, Syria**

1- مقدمة

تقدم شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء تطبيقات عديدة مثل مراقبة التلوث وتجنب الكوارث والمساعدة في الملاحة البحرية وغيرها من التطبيقات الهامة في حياة الإنسان ، كما حلت هذه الشبكات بديلاً عن الإنسان في استكشاف أعماق البحار والمحيطات والتي تعد غير آمنة إضافة إلى صعوبة التنقل فيها والبقاء لفترة طويلة ، وبالتالي تمّ استبدال أجهزة مراقبة المحيط التقليدية الكبيرة والمكلفة والفردية بأجهزة تحسس صغيرة تحت سطح الماء قادرة على الاتصال ببعضها البعض من خلال إشارات صوتية ، حيث أن الترددات الراديوية لا تنتشر بشكل جيد في بيئة تحت الماء لذلك نستخدم القنوات الصوتية.

2- أهمية البحث وأهدافه

يعد تموضع عقد الحساسات تحت الماء أحد أهم التقنيات لأنه يلعب دوراً مهماً في العديد من التطبيقات، ويعود ذلك للفائدة المكتسبة من معرفة مواقع العقد في تسهيل عمل الشبكة بشكل عام حيث أن أهمية معلومات مواقع العقد تأتي من السهولة التي تقدمها هذه المعلومات في عمليات التوجيه والتحكم بالشبكة[3] ، وبمعنى آخر "حدوث الظاهرة دون معرفة موقعها أقل أهمية أو ليس له معنى أحياناً.

يهدف هذا البحث إلى دراسة تغير البارامترات في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بعد تحديد مواقع العقد في الشبكة باستخدام الخوارزمية الجينية [11].

3- طرائق البحث ومواده

قمنا في هذا البحث باختبار دقة الخوارزمية الجينية عند تحديد مواقع العقد المنشورة في شبكات حساسات لاسلكية تحت الماء باستخدام عدد من عقد المرساة. توجد العديد من برامج المحاكاة العاملة مع شبكات الحساسات اللاسلكية، مثل NS2 و OMNET++

وغيرها، ولكن تم اختيار خوارزمية تعتمد على العمليات الحسابية لذلك تم استخدام برنامج MATLAB (Matrix Laboratory) الذي يعتمد على لغة برمجية عالية المستوى ويوفر بيئة متكاملة من الحساب الرقمي والرسومات مما جعله الأنسب في هذا البحث[11].

4- أنواع العقد في شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء

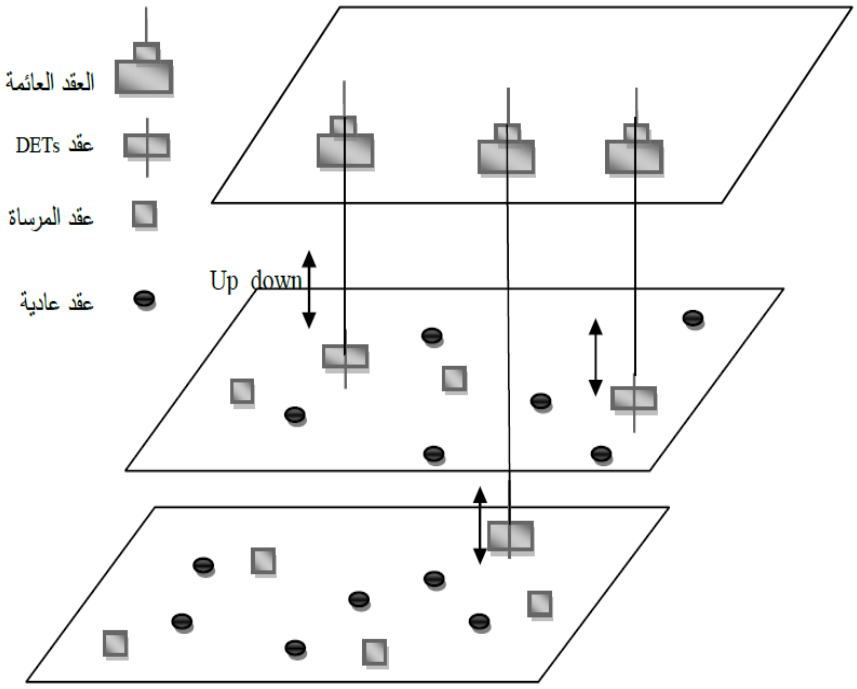
تتكون شبكات الحساسات اللاسلكية تحت الماء بشكل رئيسي من أربعة أنواع من العقد[12] كما في الشكل(1):

4-1العقد العائمة: هي عقد مثبتة على سطح الماء ، و مجهزة ب GPS ، تلعب أدوراً هامة في الملاحة والتوجيه.

4-2عقد مرسلة/مستقبلة صاعدة منفصلة: تتكون هذه العقد بشكل أساسي من مصعد وأجهزة إرسال واستقبال صوتية. يساعد المصعد العقدة في الارتفاع أو الغطس بشكل عمودي في الماء، أما جهاز الإرسال والاستقبال فيتصل مع عقد المرساة على أعماق مختلفة.

4-3عقد المرساة: دورها الأساسي هو المساعدة في تحديد مواقع عقد الحساسات العادية.

4-4عقد الحساسات العادية: مهمتها الأساسية هي تحسس الوسط المحيط، وقد صممت بحيث تستهلك طاقة منخفضة.



الشكل (1) أنواع عقد الحساسات اللاسلكية تحت الماء

5- الخوارزمية الجينية Genetic Algorithm (GA)

تعدّ الخوارزمية الجينية خوارزمية تحسين عالمية مستمدة من التطور والانتقاء الطبيعي، تم طرحها من قبل جون هولاند وطلابه في جامعة ميتشيغان في عام 1975م وتستند إلى نظرية داروين البيولوجية التي هي "البقاء للأصلح" ومبدأ التغيير الجيني ل Mendelوهو "التطور الجيني البيولوجي الذي يحدث أساساً في الكروموسوم، وتمثل الاستغلال الذكي للبحث العشوائي داخل مساحة بحث محددة لحل مشكلة ما.

تعمل GA مع بارامترات مشفرة وليس مع البارامترات نفسها، ويتم استخدام الجينات لتمثيل البارامترات المشفرة، يمكن تمثيل وتشفير البارامترات في GA بطرق مختلفة مثل

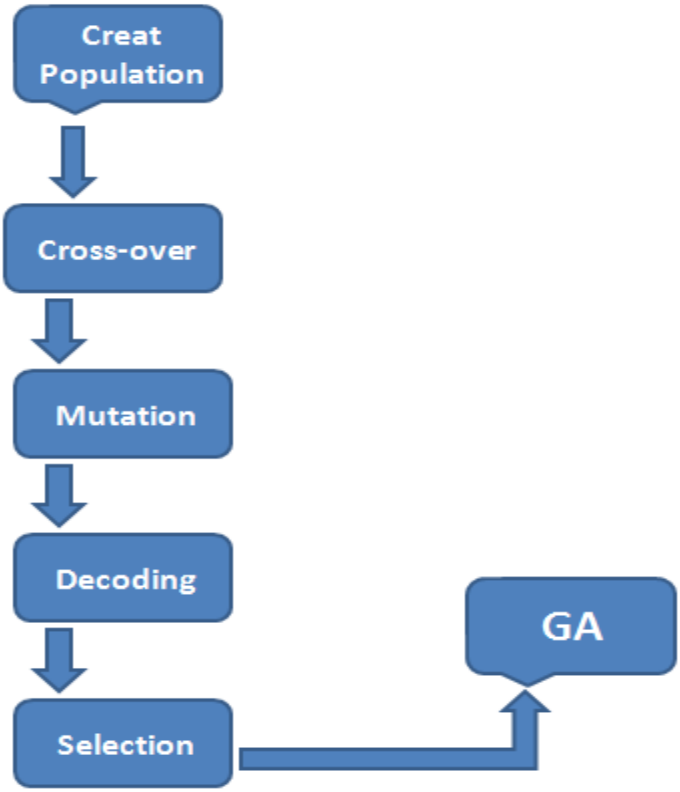
ثنائي أو عشري أو أي قاعدة أخرى ، تسمى مجموعة محددة سلفاً من الجينات كروموسوماً. تتعامل الخوارزمية مع مجموعة من الأفراد ، حيث يمثل كل فرد حلاً محتملاً ممثلاً ككروموسوم، كل مجموعة تتطور من خلال عدد من الأجيال حيث يتم تطبيق وظيفة التطابق على كل عضو (كروموسوم) من الأفراد [13].

بنية الكروموسوم: كل حساس أو عقدة في الشبكة لها 3 إحداثيات هما x و y وz وبالتالي يتكون كروموسومنا من 3 جينات ، أحدهما للمحور x والآخر للمحور y والثالث للمحور z والتي تمثل طول وعرض وعمق العقدة.

5-1 الفكرة الأساسية للخوارزمية الجينية

1) إنتاج السكان الأصليين عشوائياً والذين عدد أفرادهم ثابت (N).
2) إنتاج الجيل القادم من خلال العبور والتغير والطفرات بين الأفراد.
3) تشكيل السكان الجدد للأفراد N من الجيل 2.
4) إنتاج السكان التاليين عن طريق تكرار الخطوة 2 و 3 حتى الحصول على الفرد الذي يستوفي الشروط.

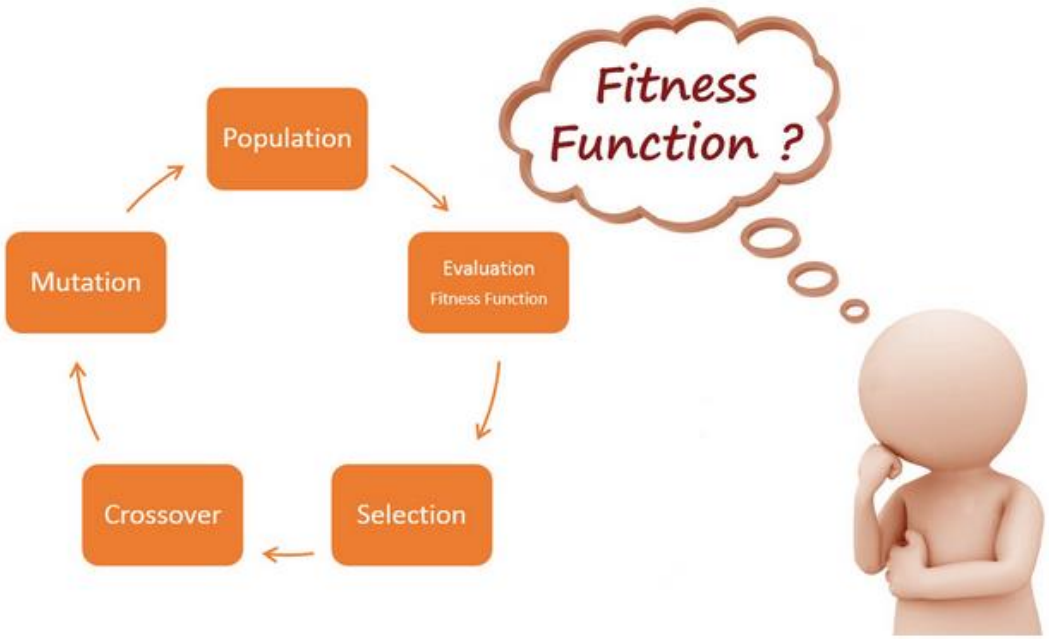
يبين الشكل (2) المخطط الصندوقي لمراحل الخوارزمية الجينية:



الشكل (2) المخطط الصندوقي لمراحل الخوارزمية الجينية

2-5 تابع التطابق (Fitness Function)

- كيفية تعريف دالة التطابق في الخوارزمية الجينية؟



الشكل (3) تابع التطابق

– ما هي دالة التطابق ؟

تقوم دالة التطابق (المعروفة أيضًا باسم دالة التقييم) بتقييم مدى قرب حل معين من الحل الأمثل للمشكلة المطلوبة(إنه يحدد مدى ملائمة الحل).

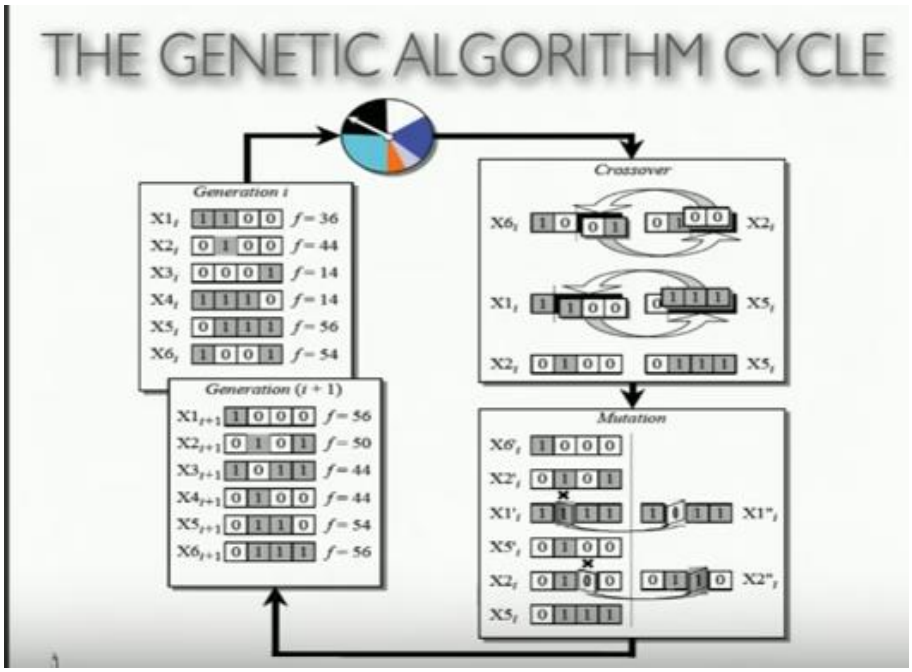
– لماذا نستخدم دالة التطابق ؟

في الخوارزميات الجينية ، يتم تمثيل كل حل بشكل عام كسلسلة من الأرقام الثنائية ، والمعروفة باسم كروموسوم، علينا اختبار هذه الحلول والتوصل إلى أفضل مجموعة من الحلول لحل مشكلة معينة. لذلك ، يجب منح كل حل درجة ، للإشارة إلى مدى قربه من

تلبية المواصفات العامة للحل المطلوب، يتم إنشاء هذه النتيجة من خلال تطبيق دالة التطابق على النتائج التي تم الحصول عليها من الحل المختبر.

5-3 دورة عمل الخوارزمية الجينية

تمرّ الخوارزمية الجينية بثلاث مراحل هي الاختيار (Selection) والتقاطع (CrossOver) والطفرة (Mutation) كما في الشكل (4)



الشكل (4) دورة عمل الخوارزمية الجينية

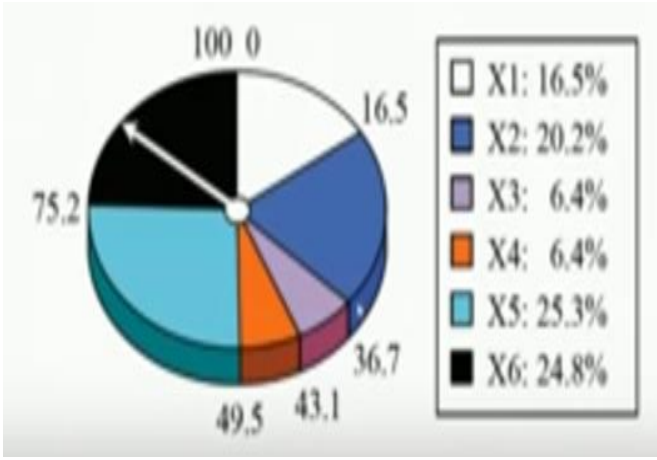
5-3-1 الاختيار (Selection): هناك عدة طرق للاختيار ، في هذا البحث استخدمنا طريقة عجلة الروليت.

- roulette wheel selection (RWS) : هو أسهل وأبسط طريقة للتنفيذ ويستهلك أقل قدر من الوقت.

تعطى احتمالية اختيار فرد من الوالدين للتقاطع أو لحصول crossover بينهما بالعلاقة التالية:

$$p(i) = \frac{f(i)}{\sum_{j=1}^{n} f(j)}$$

أو من الممكن أن يتم الاختيار بشكل عشوائي عن طريق عجلة الروليت ، كمثال على ذلك الشكل(5) التالي :

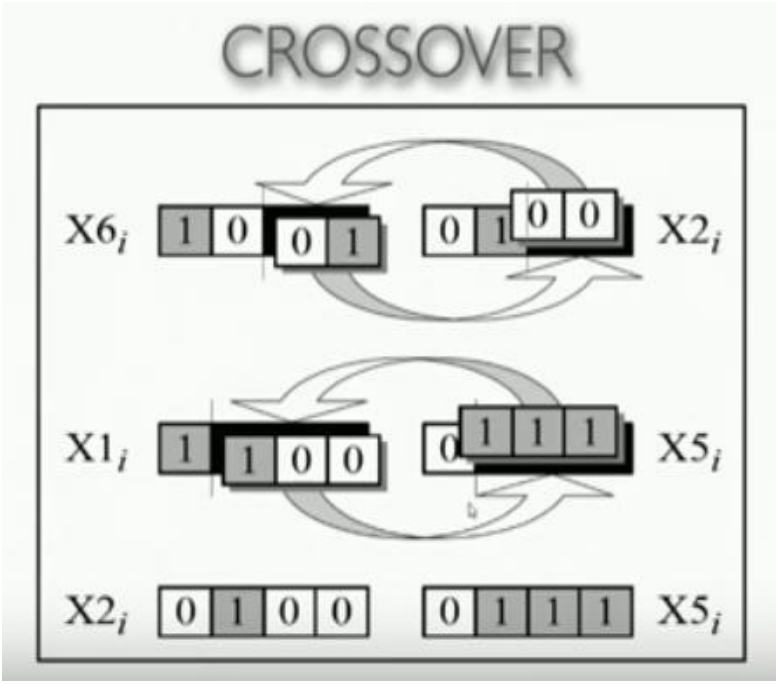


الشكل (5) طريقة عجلة الروليت

حيث أن السهم الأبيض سوف يدور بشكل عشوائي ويقف عند لون معين ، ومن المنطق أن الذي نسبته أكبر أي مساحته أو قيمته أعلى سوف تكون فرصة اختياره أكبر .

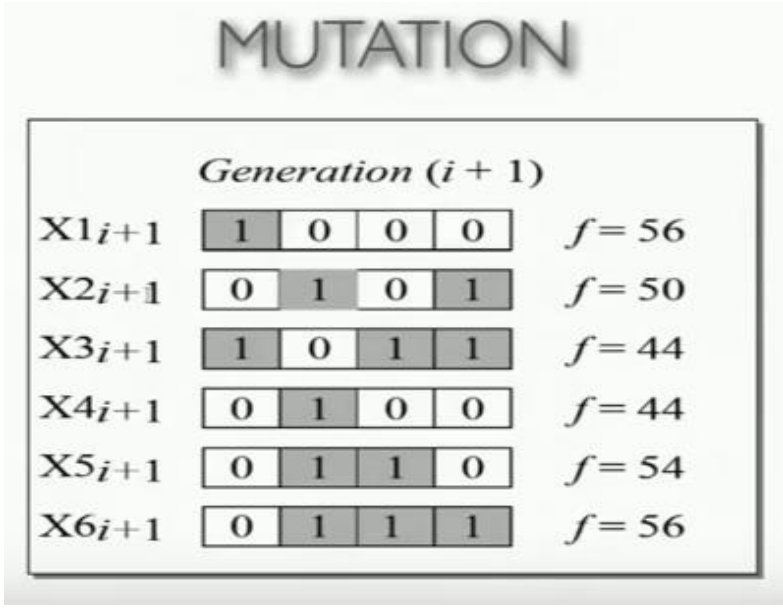
5-3-2 التقاطع (Crossover): هي عملية تبادل عشوائي للبتات بين حلّين أو كروموسومين بناءاً على قيم عشوائية لاحتمالات حدوثه ، حيث أن البرنامج سوف يعطي قيم عشوائية لاحتمالات حدوث crossover أي probability of crossover ونرمزها pc وتكون بقيم صغيرة جداً ، فإذا كانت x مثلاً ، حيث x هي قيمة ال fitness value لكروموسوم معين أصغر من pc يحصل crossover

وإلا تبقى الجينات على حالها وتمر الكروموسومات للجيل التالي بدون حدوث أي تغيير في بناتها.



الشكل (6) التقاطع

5-3-3 الطفرة (Mutation): هي تغير بت معين في كرموسوم من الصفر للواحد أو العكس بناءاً على قيم عشوائية لاحتمالات حدوثه ، حيث أن البرنامج سوف يعطي قيم عشوائية لاحتمالات حدوث mutation أي probability of mutation ونرمزها pm وتكون بقيم صغيرة جداً ، فإذا كانت x مثلاً ، حيث x هي قيمة ال fitness value لكروموسوم معين أصغر من pm يحصل mutation وإلا تبقى الجينات على حالها وتمر الكروموسومات للجيل التالي بدون حدوث أي تغيير في بناتها.



الشكل (7) الطفرة

6- النموذج المقترح

يقوم النظام المقترح بزرع الخوارزمية الجينية ضمن الحساسات بحيث تصبح قادرة على إرسال موقعها إلى العقد الطافية.

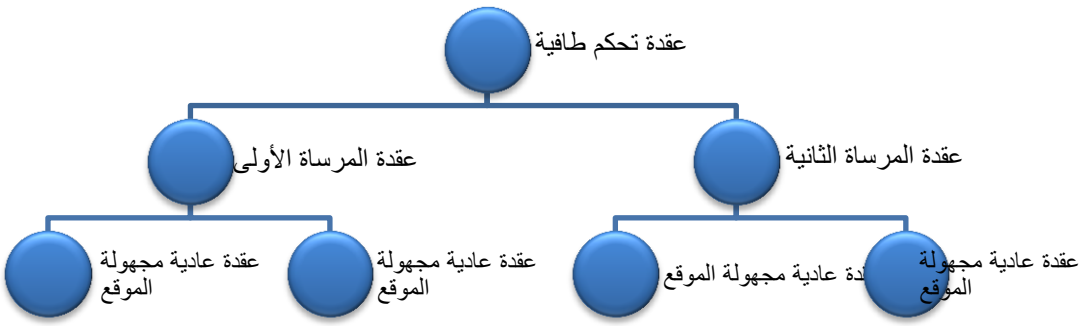
سندرس الحالة بوجود عدة عقد مرساة لنرى تأثير عدد العقد على بعض البارامترات في الخوارزمية.

6-1 مخطط الشبكة

يظهر الشكل (8) سيناريو العمل للشبكة التي نعمل عليها والذي يتكون من:

- عقدة طافية لها مهام التحكم والمراقبة .

- عقدة أو عقدتين أو ثلاثة أو أربعة تعمل كعقد مرساة ومكانها محدد تماماً ومعلوم.
- عدة عقد موزعة عشوائياً يطلب تحديد مواقعها في أية لحظة .



الشكل (8) سيناريو العمل للشبكة

6-2 معلومات شبكة الاتصال

1-عدد الحساسات : 4 حساسات أو أكثر تمثل العقد غير المتموضعة مرمزة من S1 وحتى S4.

2- نقطة التنسيق (Service Access Point) : نقطة وحيدة تمثلها العقدة الطافية.

3- قناة الاتصال : شبكة لاسلكية تعتمد الأمواج فوق الصوتية (UAN).

4- تقنية الاتصال : أمواج فوق صوتية انتشارها طولي.

5- ضياعات الانتشار : تحسب وفق Standard propagation loss Model.

6- نمط الطاقة : طاقة إرسال عظمى 40dBm- (الأمواج تحت الماء صوتية فقط).

7- نمط الاتصال : الاتصال نشط عند الحاجة.

8- مكان تواجد الشبكة: بيئة بحرية ضياعات الإرسال والاستقبال تحكمها عوامل العمق ولزوجة المياه والبعد.

9- بنية الشبكة (Network topology) :هرمي.

6-3 النتائج والمناقشة

في هذا البحث يتم زراعة الخوارزمية الجينية ضمن الحساسات بحيث تصبح قادرة على إرسال موقعها إلى العقد الطافية، سندرس تغير الدقة وغيرها من البارمترات بزيادة عدد عقد المرساة [14].

6-3-1 دراسة تغير بارامترات الخوارزمية على دقة تحديد الموقع

بعد أن وجدنا أن استخدام أربع نقاط مرساة سيعطي أفضل دقة في تحديد موقع الحساس [14] سندرس تأثير بعض بارامترات الخوارزمية على هذه الحالة بالتحديد (وجود أربع نقاط مرساة).

6-3-2 تغير الدقة بتغير حجم العينة الأولي

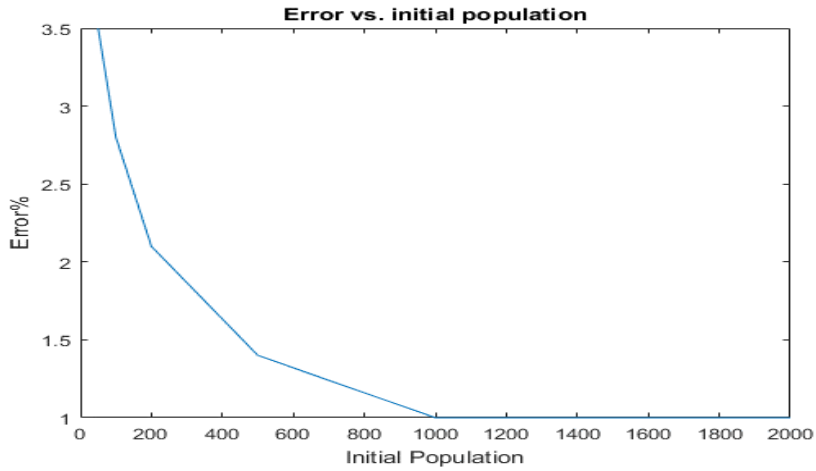
تم تنفيذ الخوارزمية بحجم عينة 50,100,200,500,1000,2000 فردًا لإيجاد إحداثيات حساس مجهول الموقع بالنسبة للخوارزمية لكن افتراضياً يقع في المكان(14,14,14) وكانت النتائج كالتالي:

جدول (1) نسبة الخطأ والزمن المستغرق بتغير تعداد العينة الأساسية

Initial pop	X	Y	Z	Error(%)	Time(sec)
50	14	11	13	3.5	2.76
100	12	15	15	2.8	2.91
200	13	13	13	2.1	3.25
500	15	13	14	1.4	4.3
1000	13	14	14	1	7.7
2000	14	14	13	1	14.2

نلاحظ أن دقة الخوارزمية ترتفع بشكل ملحوظ عند تعداد أولي للعينة يفوق 200 بينما لا تغيير يذكر فوق 1000 .

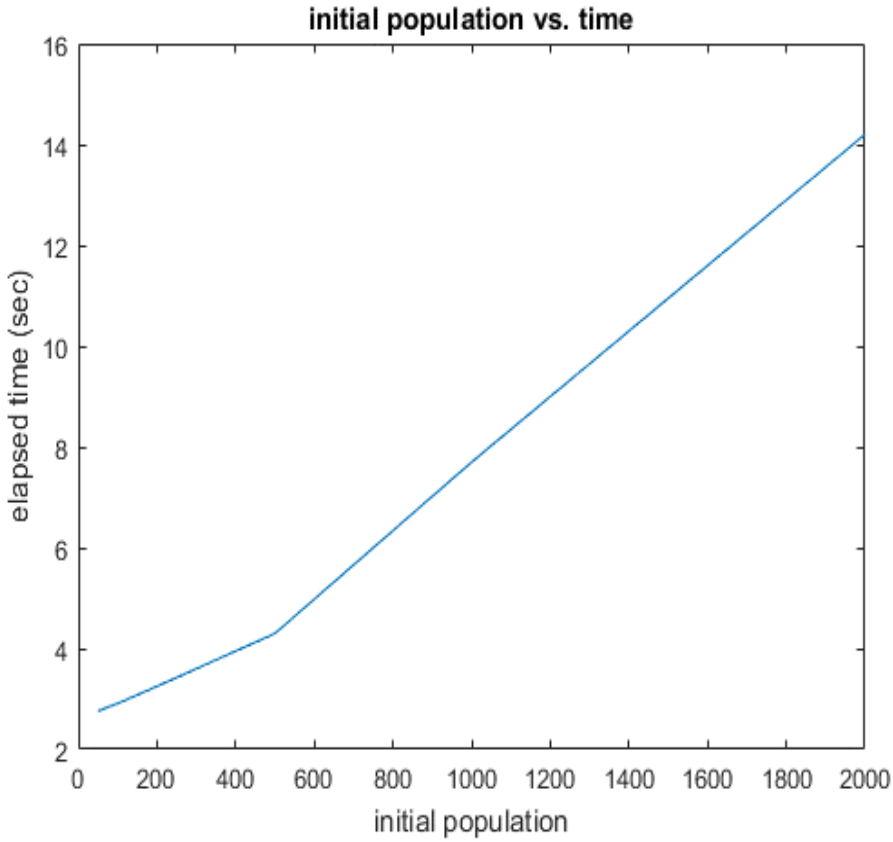
3-3-6 تغير نسبة الخطأ بتغير حجم العينة الأولي



الشكل (9) نسبة الخطأ مع تغير عدد أفراد العينة الأولية

نلاحظ أن نسبة الخطأ تزداد بزيادة عدد أفراد العينة.

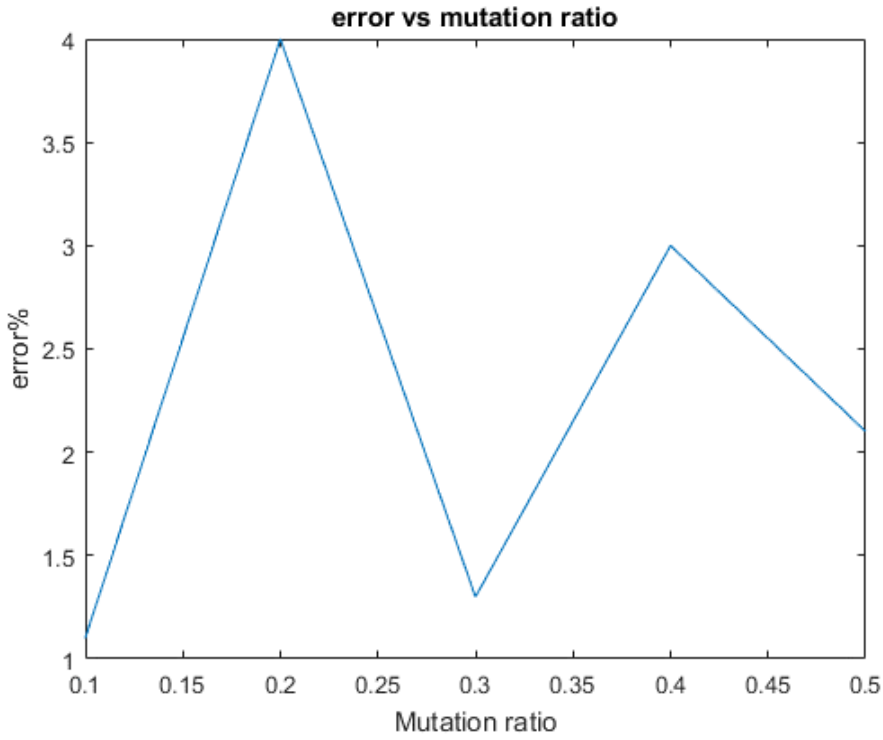
6-3-4 تغير الزمن بتغير حجم العينة الأولي



الشكل (10) الزمن المستغرق للتنفيذ بتغير عدد أفراد العينة

نلاحظ أنه كلما زاد عدد أفراد العينة كلما زاد الزمن المستغرق في التنفيذ.

6-3-5 تغير الدقة بتغير نسبة إحداث الطفرات



الشكل (11) تغير الدقة

لم تؤثر نسبة حدوث الطفرات على الدقة بشكل واضح حيث أن الخطأ أحياناً يزداد بزيادة نسبة حدوث الطفرة وأحياناً أخرى ينقص وبالتالي يمكن استعمال أية نسبة.

7- الخلاصة

أدى استخدام الخوارزمية الجينية إلى تحديد موقع حساس مجهول المكان اعتماداً على وجود عقد مرساة معلومة الموقع .

الدقة التي حصلنا عليها دقة جيدة جداً في معظم تطبيقات البيئة البحرية و هي بالتأكيد أقل تكلفة من استخدام الطرق عالية الدقة مثل الأقمار الصناعية.

8- الاستنتاجات والتوصيات

في هذا البحث ، تم دراسة تغير بارمترات الدقة والزمن عند تحديد الموقع الأمثل لعقد مجهولة المكان في شبكة حساسات لاسلكية تحت الماء بواسطة الخوارزمية الجينية، حيث يمكن تحديد إحداثيات العقد المجهولة بالشبكة (طول-عرض-عمق) واختيار الموقع الأفضل لهذه العقد وذلك من خلال الانتقال من جيل إلى آخر وحذف القيم أو الإحداثيات غير المناسبة وصولاً للجيل الأخير الذي يحقق المطلوب ، وكل هذه العمليات تنجزها الخوارزمية الجينية خلال زمن قياسي. تبين النتائج أن:

1-الخوارزمية الحالية تعطي أعلى دقة مع حد أدنى للخطأ .

2- وتشير النتيجة أيضاً إلى أن الخوارزمية الجينية تقدم أفضل تقدير للموقع و بأقل زمن تنفيذ.

3- تؤدي الزيادة الإضافية في عقدة المرساة إلى زيادة الوقت ولكنها لا تحسن الدقة.

4- تساعد تلك الخوارزمية على إنقاص الزمن و تحقيق الموقع الأفضل.

5- يمكننا القول أن تموضع العقد في شبكة الحساسات اللاسلكية تحت الماء لا يزال يمثل تحدياً مهماً.

9- المراجع

[1] MohsinMurad, Adil A. Sheikh, Muhammad Asif Manzoor, EmadFelemban, and

SaadQaisar, "*A Survey on Current Underwater Acoustic Sensor Network Applications",International Journal of Computer Theory and Engineering, 7(1): 51-56,*February 2015.

[2] Zenia, N.Z.; Aseeri, M.; Ahmed, M.R.; Chowdhury, Z.I.; Shamim Kaiser, M. Energy-efficiency and Reliability in MAC and Routing Protocols for Underwater Wireless Sensor Network. J. Netw. Comput. Appl .2016,-72,71,85.

[3] Pervaiz, K.; Wahid, A.; Sajid, M.; Khizar, M.; Khan, Z.A.; Qasim, U.; Javaid, N. DEAC: Depth and Energy Aware Cooperative Routing Protocol for Underwater Wireless Sensor Networks. In Proceedings of the 2016 10th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems (CISIS), Fukuoka, Japan, 6–8 July 2016; pp. 150–158.

[4] S. Sadowski and P. Spachos, "RSSI-based indoor localization with the Internet of things," IEEE Access, vol. 6, pp. 30149–30161, 2013.

[5] Liu, L.; Wu, J.; Zhu, Z. Multihops fitting approach for node localization in underwater wireless sensor networks. Int. J. Distrib. Sens. Netw. 2015, 2015, 1–11.

[6] S. Tomic, M. Beko, M. Tuba, and V. M. F Correia, "Target localization in NLOS environments using RSS and TOA measurements," IEEE Wireless Communications Letters, vol. 7, no. 6, pp. 1062–1065, 2018. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[7] E. Erdemir and T. E. Tuncer, "Path planning for mobile-anchor based wireless sensor network localization: static and dynamic schemes," Ad Hoc Networks, vol. 77, pp. 1–10, 2018. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[8] Y. Chen, S. Lu, J. Chen, and T. Ren, "Node localization algorithm of wireless sensor networks with mobile beacon node," Peer-to-Peer Networking and Applications, vol. 10, no. 3, pp. 1–13, 2016. View at Publisher · View at Google Scholar · View at Scopus

[9] T. Das and S. Roy, "Energy efficient and event driven mobility model in mobile WSN," in Proceedings of the IEEE International Conference on Advanced Networks & Telecommunications Systems, pp. 1–6, Kolkata, India, December 2015.

[10] F. Despaux, K. Jaffrès-Runser, A. V. D. Bossche, and T. Val, "Accurate and platform-agnostic time-of-flight estimation in ultra-wide band," in Proceeding of the 27th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, pp. 1–7, Valencia, Spain, September 2016.

[11] Pohlheim, H.: Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with Matlab - Documentation. Technical www.geatbx.com.
[12] M. Maala "Performance Study of APS Algorithm for position Determination in Underwater Wireless Sensor Networks", Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (38) No. (3) 2016
[13] [12] Xinyu WANG, Ziwen SUN, Zhicheng JI "Genetic Algorithm for Wireless Sensor Network Localization With Level-based Reliability Scheme" Journal of Computational Information Systems 9: 16 (2013) 6479–6486.
[14] علي احمد، ناجي محمد، نورا كويس. استخدام الخوارزمية الجينية في تحديد موقع عقدة بالاستفادة من قوة الإشارة المرسلة وزاوية الوصول ، مجلة جامعة طرطوس، المجلد (الرابع) ، العدد (التاسع) ، 2020.