مجلة البحوث الأكاديمية

Journal homepage: www.lam.edu.ly

أمثلة شبكات Wi-Fi باستخدام تقنيات مستوحاة من الطبيعة

كريمة امحمد بازينة[1] ، فاطمة الهادي الكريك[2]، علي محمد عبد الشاهد[3]

[1،2،3] قسم الهندسة الكهربائية والإلكترونية، كلية الهندسة، جامعة مصراتة، مصراتة، ليبيا

karima.bazina@eng.misuratau.edu.ly[1] ، fatma.alkeraik@eng.misuratau.edu.ly[2]،

a.abdulshahed@eng.misuratau.edu.ly[3]

*الملخص— **الشبكات بنوعيها السلكية واللاسلكية هي وسيلة فعالة لتبادل البيانات، إذ تقلل من زمن نقلها وتبادلها مقارنة بالطرق التقليدية فضلاً عن أنها تقلل الجهد والتكلفة اللازمين لذلك، وتعتبر الشبكات اللاسلكية لها الميزات الأكبر من بين النوعين لأنها توفر ميزة إضافية وهي التجوال. و حيث تعاني هذه الشبكات من العديد من المشاكل منها التداخل ووجود العوائق أمامها مما يجعلها تحتاج لمزيد من المتابعة للحصول على خدمات أفضل. تهدف هذه الورقة إلى تحديد أوجه القصور في أماكن وضع أجهزة الولوج للشبكات اللاسلكية ومن ثم اقتراح طريقة حديثة تعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي المستوحاة من الطبيعة للحد من مشكلة عدم توزيع الإشارة داخل المباني بالشكل الأمثل. من خلال النتائج التي تم الحصول عليها تبين أن طريقة أمثلة أسراب العناصر (Particle Swarm Optimization PSO) من الطرائق المهمة التي تستخدم لإيجاد المكان الأمثل لوضع نقطة الولوج للشبكات المحلية اللاسلكية لما امتازت به هذه الطريقة من سهولة في الاستخدام وسرعة التنفيذ وكذلك تحسن جودة الخدمة داخل المباني.***

*الكلمات الدالة— **(شبكات Wireless Fidelity Wi-Fi ، الأمثلة ، (PSO) ، الذكاء الاصطناعي ، إنترنت الأشياء)***

1. المقدمــة

صناعة الشبكات اللاسلكية من أسرع الصناعات تطوراً في عالم الشبكات وخصوصاً لدى المستخدمين ذوي النطاق المحدود مثل استخدامها في المنازل والمكاتب[1]. توقعت دراسة حديثة نمو عدد نقاط الولوج اللاسلكي في الأماكن العامة من 124 مليون جهاز في سنة 2017م ليصل إلى نحو 549 مليون جهاز بحلول عام 2022م[2]. تعتبر شبكة الاتصال اللاسلكية المحلية المبنية ضمن مواصفات المعيار (IEEE 802.11) من أشهر التقنيات المنتشرة في المنازل، الجامعات، والمقاهي. وللحصول على أفضل خدمات من شبكة الإنترنت يجب وضع نقاط الولوج في المكان الأمثل داخل المبنى. مع انتشار مصطلح "إنترنت الأشياء" (Internet of Things) في العالم خلال السنوات القليلة الماضية، والذي يشير إلى مفهوم متطور لشبكة الإنترنت، بحيث تمتلك كل الأشياء في حياتنا قابلية الاتصال بالإنترنت أو ببعضها البعض لإرسال واستقبال البيانات لأداء وظائف محددة من خلال الشبكة[4,3]. يعمل مصممو الشبكات والشركات العالمية المتخصصة في حلول تقنية المعلومات على تطوير تطبيقات لدعم نشر هذه التقنيات، وسط توقعات بأن يصل عدد الأجهزة المتصلة لنحو 60 مليار جهاز في العالم بحلول هذا العام[3]، وهو ما يطرح التساؤلات عن ماذا سيفعل إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في حياة البشر مستقبلا.

لعل أبرز التحديات التي تواجه هذه التقنيات هو توفر خدمة الإنترنت وجودتها في أماكن مختلفة، من هنا يأتي دور علوم الشبكات، حيث تكمن أهمية هذه العلوم في استخدامها لمعالجة شتى العوائق والتحديات التي تحول بيننا وبين الحصول على خدمة إنترنت مثلى، و من باب التطرق وعلى سبيل المثال لا الحصر، نجد أن معظم الدراسات ذات العلاقة بالمشاكل[5] التي تواجــه شبكات Wi-Fi عموما تشير إلى مشكلة ضعف الإشارة الناجم عن عدة أسباب منها: مشكلة التداخل بين إشارة Wi-Fi والإشارات الناتجة من الأجهزة الإلكترونية القريبة والتي تعمل عند نفس التردد، بالإضافة إلى مشكلة عدم الإلمام بكيفية تحديد المكان الأمثل لمزود الخدمة حسب الحاجة والاستخدام ولعل هذا ما سيتم التركيز عليه في هذا البحث.

إن الأمثلية تتواجد في كل مكان، من التصميم الهندسي إلى علوم الاتصالات والحاسب، ومن التخطيط لوضع أقل أبراج اتصالات والحصول على أفضل تغطية إلى الروتين اليومي حيث تسعى الشركات إلى تعظيم الأرباح وتقليل كلفة التركيب وبأقل مجهود. فالمصمم الهندسي عند تصميمه لمنتج معين يراعي أن يتم تعظيم أداء المنتج وتقليل تكلفته في الوقت نفسه، لذا فإن دراسة الأمثلية تساعد في حل الكثير من المشاكل التي تواجه المهندس في أعماله الروتينية اليومية.

استلمت الورقة بتاريخ 12 يناير 2021، وروجعت بتاريخ 29 يناير 2021، وقبلت بتاريخ 5 فبراير 2021، ونشرت على الانترنت بتاريخ 6 فبراير 2021

تعد خوارزمية أمثلية اسراب الطيور أو العناصر(Particle Swarm Optimization PSO) من الخوارزميات التي تحاكي سلوك بعض المجموعات في الطبيعة مثل الأسماك والطيور التي تطير أو تسبح بحثاً عن الطعام بالتعاون بين أعضاء المجموعة. قدم العالمان (جيمس كيندي) و(راسل إيبرهارت) خوارزمية أمثلية أسراب الطيور في العام 1995[6]، والتي تعتمد على أسلوب التعاون اللامركزي ذاتي التنظيم الموجود عند بعض المخلوقات. في الآونة الأخيرة هناك عدد هائل من التطبيقات التي تعتمد على خوارزمية (PSO) منها: التصميم الأمثل للهوائي، وأمن الشبكات[7].

يهدف هذا البحث إلى دراسة أوجه القصور في أماكن وضع أجهزة الولوج للشبكات اللاسلكية داخل المباني ومن ثم اقتراح طريقة أمثلة (Optimization) تعتمد على ذكاء السرب للحد من مشكلة عدم توزيع الإشارة داخل المباني بالشكل الأمثل.

2. الأمثلة المستوحاة من الطبيعة

يمكن تعريف الذَكاء بأنه مقدرة النظام على تكييف سلوكه للبيئة مستمرة التَغيير. حيث تحسن نظم الأمثلة جودة الحلول بصورة متكررة حتى الوصول للحل الأمثل، أو على الأقل الممكن. في هذ الصَّدَدُ، قدم جون هولاند (John Holland) الخوارزميات الجينية المستوحاة من الطبيعة في بداية السبعينات من القرن الماضي. وكان هدفه جعل الحاسبات تفعل ما تفعله الطبيعة. ويكون الخوارزم الجيني "لهولاند" تتابعا من الخطوات الإجرائية للانتقال من جيل من "الكروموسومات" الصناعية إلى جيل آخر . يبنى النهج الارتقائي للذكاء الاصطناعي على نماذج خاصة بالاختيار الطبيعي تعرف بأنها حوسبة ارتقائية. وتشمل الحوسبة الارتقائية الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm GA)، خوارزمية أسراب الطيور، خوارزمية مستعمرات النمل، وحديثاً خوارزمية طائر الوقواق[7, 8]. بشكل عام تعمل كل طرق الحوسبة الارتقائية كما يلي: إنتاج مجتمع من الأفراد، وتقويم صلاحيتهم، وإنتاج مجتمع جديد محسن، وتكرار هذه العملية عددا من المرات حتى الوصول للحل الأمثل، أو الممكن على أقل تقدير.

يعّرف الذكاء الاصطناعي على أنه علم هدفه جعل الحواسيب والآلات تعمل أشياء تحتاج ذكاء إذا أداها الكائن الحي[9]، ومع بداية التسعينات من القرن الماضي، بدأت الأبحاث باتجاه محاكاة الكائنات الحية الأقل ذكاء من الإنسان، مثل مستعمرات النمل والأسماك والطيور، أي ذاك النوع من الذكاء الاجتماعي للحيوانات الذي يظهر في سلوكها، وبالتالي تكون نتيجة مثل هذه المحاكاة نقل الذكاء الاجتماعي أو التعاوني إلى الحاسب. ومن الأمثلة على ذلك تلك السلسلة الحديثة لخوارزميات الأمثلة المستوحاة من الطبيعة[10, 11] والتي تكون عادة مبنية على فئة بسيطة من القواعد، لتقوم بتحسين الحلول بصورة متكررة حتى يوجد الحل الأمثل، أو على الأقل الممكن.

خوارزميات الأمثلة المستوحاة من الطبيعة (Nature-Inspired Optimization Algorithms) هي فرع من فروع الذكاء الاصطناعي التي تتعامل مع اكتشاف أو تحري الحلول المثلى لمسألة معينة ضمن مجموعة من البدائل، أو يمكن أن يُنظر إليها على أنها إحدى الأدوات الكمية الرئيسية في مجال صنع القرار، إذ يجب أن تؤخذ القرارات لتحسين واحد على الأقل من الأهداف في مجموعة محددة من الظروف[8].

تُقسم طرق حل مسائل الأمثلة إلى نوعين رئيسيين هما: الخوارزميات المحددة والخوارزميات العشوائية أو الشبه عشوائية. إن معظم الخوارزميات التقليدية تعتبر خوارزميات محددة مثل خوارزمية (السيمبلكس) و خوارزمية (نيوتن-رافسون). وتسمى في أغلب الأحيان بالخوارزميات المستندة على الميل أو المشتقة حيث تستخدم قيم دالة الهدف ومشتقاتها لتعمل بشكل جيد في المسائل البسيطة، إلا أنها تواجه صعوبة كبيرة في المسائل التي تحتوي على عدم استمرارية في دالة الهدف.

تتمتع خوارزميات النوع الثاني بعناصر تميزها عن خوارزميات النوع الأول سالفة الذكر منها: التكثيف، التنوع، الاستغلال، والاستكشاف. فبذلك يكون استخدام العشوائية أو شبه العشوائية لإيجاد الحلول يوفر سبيل جديد للابتعاد عن المشاكل التي تقع فيها الطرق التقليدية والتي منها الابتعاد عن البحث المحلي إلى البحث على القياس العام أو الشامل (Global Scale) الأمر الذي يجعل منها خوارزميات مناسبة لحل مسائل الأمثلية الشاملة (Global Optimization).

أ . ذكاء السرب

ذكاء السرب هو فرع حديث نسبياً من فروع الذكاء الاصطناعي، والذي يهتم بدراسة السلوك الجماعي والصفات الظاهرة مثل التنظيم الذاتي و اللامركزية في اتخاذ القرارات. تحتوي الأسراب على عناصر صغيرة وفعالة (طيور أو أسماك) منظمة في أسراب بحيث يملك كل عنصر منطقة تصرف أو نشاط محدود للغاية ولا يوجد تحكم مركزي لهذا النشاط. السلوك الجماعي لجميع عناصر السرب يُظهر نوع من الذكاء وهو قدرته على التفاعل مع

التغيرات البيئية المحيطة واتخاذ القرار الصحيح وفي الوقت المناسب.

يعتبر التحسين أو بمعنى أدق "الأمثلة" أمراً بالغ الأهمية في العديد من التطبيقات الهندسية والاقتصادية، حيث من الواضح أن من الأهداف الرئيسية للأمثلة هو تقليل استهلاك الموارد وزيادة الربح ورفع الكفاءة في العديد من التطبيقات.

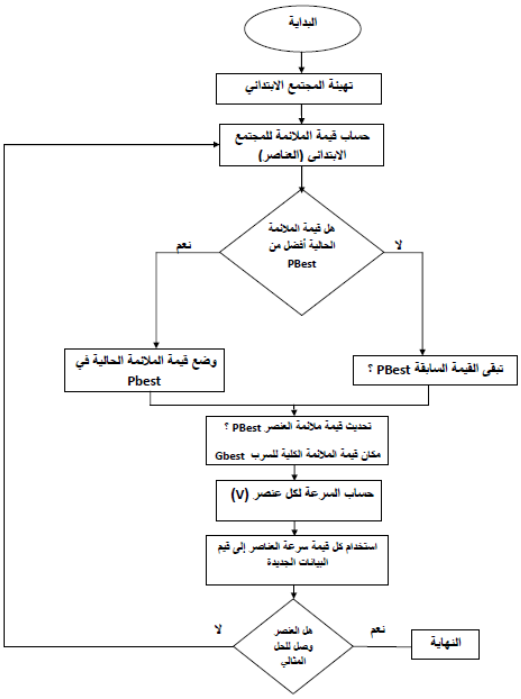
تم تطوير خوارزمية أسراب العناصر أو كما تعرف اختصارا بـ : (PSO) عام 1995[6] على يد عالم النفس والاجتماع (جيمس كيندي) والمهندس الكهربائي (راسل إيبرهارت). تقوم فكرة الخوارزمية على مجموعة من العناصر تسمى بالسرب، وتنتشر عشوائيا في منطقة محدودة بهدف البحث عن الحل الأمثل داخل هذه المنطقة.

ب . النموذج المستخدم

تقوم فكرة خوارزمية (PSO) على محاكاة سلوك أسراب الطيور، ولشرح الفكرة سنطرح المثال التالي :

لدينا سرب من الطيور ينتشر في منطقة محددة بغرض البحث عن الطعام، وينتشر الطعام في هذه المنطقة عشوائياً، بالإضافة إلى أن الطيور لا تعلم مواضع الطعام على نحو واضح، فما هي الطريقة المثلى للبحث عن الطعام ؟ الطريقة المثلى هي بانتشار عدد من الطيور في كافة المنطقة، مع إخبار الطيور في كل مرة بعضها البعض عن مواضع الطعام، فالطيور تبدأ رحلة البحث من مناطق عشوائية ومع كل إعادة تقترب الطيور من الطعام (المنطقة الممتلئة بالطعام) والذي يكافئ الحل الأمثل والاكثر دقة.

تحاكي خوارزمية (PSO) السيناريو السابق، واستخدمته لحل مسائل الأمثلة (Optimization Problems)، ضمن خوارزمية الأسراب (PSO) كل طير (Bird) يكافئ حل ضمن فضاء الحلول المسماة بالعنصر (Particle)، ولكل عنصر من العناصر قيمة ملائمة تسمى (Fitness Value) أي تدل على مدى ملائمة هذا الجزء للحل، ويتم تقييم قيم الملائمة هذه عبر تابع يدعى بتابع الملائمة (Fitness Function) والتقييم هنا يهدف إلى حساب مقدار قرب هذا الجزء من الحل الأمثل، وكذلك تملك العناصر سرعات (Velocities) وتقود هذه السرعات بدورها هذه العناصر الطائرة. يتم تهيئة خوارزمية (PSO) بمجموعة من العناصر العشوائية (حلول)، ومن ثم يتم البحث عن الحل الأفضل عبر تحديث هذه الحلول، ضمن كل تكرار (Iteration)، ويتم تحديث كل عنصر من العناصر ضمن التجمع عبر إتباع القيم المثلى التالية: أفضل قيمة ملائمة سجلها العنصر (PBest)، بالإضافة إلى أفضل قيمة ملائمة مسجلة ضمن السرب (GBest)، وأخيرا قيمة أفضل تموضع محلي لعنصر بالمقارنة مع العناصر المجاورة محليا (LBest)، والشكل رقم (1) يوضح آلية عمل خوارزمية (PSO).



شكل رقم (1) : آلية عمل الخوارزمية المقترحة

ج . خصائص أمثلية أسراب العناصر

- كل حل يسمى بالعنصر، وكل عنصر (Particle) يمكن وضعه داخل متجه (d-dimensional) ويوصف كالآتي[8] :

$$X_i = [\, x_{i1} , x_{i2} , \dots , x_{id} \,]$$

- مجموعة الحلول n في السرب تسمى العناصر.

- العدد النموذجي لعدد العناصر يتراوح ما بين 20 و 90 عنصر[8].

- أفضل موقع سابق للعنصر يسمى العنصر الأفضل ويوصف كالتالي:

$$PB_i=[\, pb_{i1}, pb_{i2}, \dots, pb_{id} \,]$$

- أفضل موقع من بين أفضل مواقع العناصر المتحققة (Global Best) ويوصف كالتالي:

$$GB_i=[\, gb_{i1}, gb_{i2},\dots, gb_{id} \,]$$

- نسبة تغير الموقع لكل عنصر تسمى سرعة العنصر وتوصف كالآتي:

$$V_i = [\, V_{i1}, V_{i2} ,\dots,V_{id}]$$

وعند التكرار (K) فإن سرعة العنصر تستخرج من المعادلة (1) وهي تصف كيفية تحديث السرعة :

$$V_{id}(K+1) = wv_{id}(K) + c_1r_1(pb_{id}(K) - x_{id}(K)) + c_2r_2 (gb_{id} (K) – X_{id} (K)) \quad (1)$$

حيث أن : w يمثل عامل القصور الذاتي (Inertia Weight)

إن القيمة المناسبة لوزن القصور الذاتي عادة تقدم موازنة بين قابليات الاستكشاف العالمية والمحلية وبالنتيجة تؤدي إلى تقليص عدد التكرارات المطلوبة لتحديد موقع الحل الأفضل، إن وزن القصور الذاتي هو مجموعة من الثوابت وإن القيمة الأولية هي بحدود (1.2) وتتقلص بالتدريج باتجاه الصفر الذي يعد قيمة جيدة له[8, 10].

(r_1,r_2): الأرقام العشوائية التي تستخدم للحفاظ على تنوع الأفراد وتأخذ حالة التوزيع المنتظم بين [1,0] , (c_1): عدد صحيح موجب يسمى معامل مكون التمييز الذاتي (c_2): عدد صحيح موجب يسمى معامل المكون الإجتماعي .

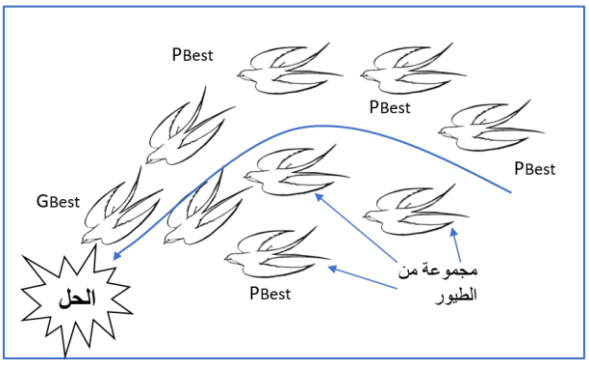
أما بالنسبة لموقع العنصر فيمكن تحديده من المعادلة (2) وهي تصف كيفية تحديث موقع العناصر الطائرة:

$$X_{id}(K+1) = X_{id}(K) + V_{id}(K+1) \quad (2)$$

وبعد تحديث كل عنصر من العناصر ضمن التجمع عبر اتباع القيم المثلى التي ذكرت سابقا، يتم إيجاد القيم الأفضل (Best Values) , تعدل العناصر من سرعتها ومواضعها وفق المعادلتين (1) و (2)، حيث نلاحظ من خلال المعادلة (1) أن السرعة الناتجة تتأثر بثلاث عوامل وهي :

- السرعة في اللحظة السابقة.
- أفضل وضعية قد مر بها العنصر على الإطلاق.
- أفضل وضعية على مستوى السرب ككل.

أما من خلال المعادلة (2) فنلاحظ أن كل عنصر ضمن السرب سيتغير موضعه إلى موضع جديد، هذا التغير مرتبط بشكل وثيق بالسرعة، وكما هو موضح في الشكل رقم (2) .



الشكل رقم (2) : آلية تحرك العناصر ضمن السرب

باختصار: إن خوارزمية (PSO) تتألف من ثلاث خطوات تتكرر حتى ينتهي الحد الأعلى للتكرارات، أو تتحقق أحد شروط التوقف:

- حساب قيمة الملائمة لكل عنصر من العناصر ضمن السرب .
- تحديث قيم الملائمة (PBest) لكل عنصر، وكذلك تحديث أفضل قيمة ملائمة عامة (GBest) .
- تحديث سرعة وموضع كل عنصر ضمن السرب.

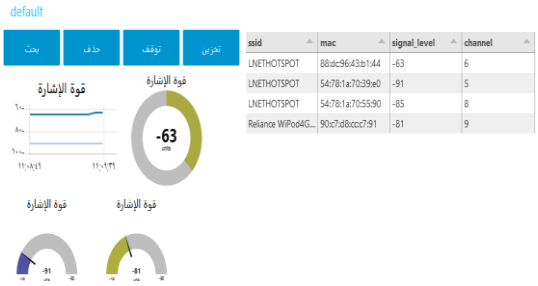
د . اكتساب البيانات

كمقدمة تعريفية لماهية النود رد (Node-RED) يمكن القول بأنها أداة برمجة قوية متخصصة في بناء تطبيقات وخدمات إنترنت الأشياء , تم إنشاء Node-RED كمشروع مفتوح المصدر من قبل مجموعة IBM , حيث قامت بإنشاء Node-RED في البداية كأداة للمجموعة وهم يعملون على مشاريع IOT .

واطلقت النسخة الأولية من Node-RED كمشروع مفتوح في أواخر عام 2013 وتزايدت مجموعة المستخدمين والمطورين خلال عام 2014 . وقد شهدت اعتماد كبير من قبل الصناع التجريبيين وعدد من الشركات الكبيرة والصغيرة حيث قاموا باستخدامها لتلبية حاجاتهم . تعتمد أداة Node-RED على منصة (Node.js) وتتكون من محرر تدفقات " Flows " يستند على مستعرض الويب لإنشاء البرامج , والتي يمكن استيرادها وتصديرها بسهولة بصيغة ملف (JSON) لمشاركتها مع الآخرين . وعلى الرغم من أن Node-RED مصممة خصيصا لبيئة إنترنت الأشياء , إلا أن تطبيقاتها توسعت وتطورت وأصبحت مستخدمة في العديد من المجالات . تستخدم Node-RED نهج البرمجة المرئية التي تسمح للمطورين لربط صناديق التعليمات البرمجية المحددة مسبقا بلغة الجافا سكريبت , والمعروفة باسم العقد (Nodes) معا لأداء مهمة معينة . بناء برنامج في Node-RED يتطلب ربط مجموعة من العقد (Nodes) مع بعضها البعض , عادة ما تكون مزيجا من عقد الإدخال (Input Nodes) , عقد المعالجة (Processing Nodes) وعقد الإخراج (Output Nodes) , يتم توصيلهم معا لتشكيل التدفقات " Flows " . يتم إنشاء البيانات في العقدة نفسها أو تتلقى البيانات من عقدة سابقة لها في التدفق , تقوم كل عقدة بمعالجة البيانات وفقا لسلوكها ثم تقوم بتمريرها إلى العقدة التالية في التدفق أو تقوم بنقل هذه البيانات بطريقة أخرى إذا لم يكن لديها مخرجات .

في هذا البحث تم استخدام هذه الأداة لاكتساب أو تجميع البيانات , والشكل رقم (3) يوضح الواجهة التي تم تصميمها من خلال هذه الأداة , حيث تم استخدام عقدة العرض (Dashboard) والتي تتكون من عدة عقد فرعية منها عقدة تسمى (Table) والتي تظهر الجدول المدرج في

الواجهة والذي يبين اسم الشبكة (SSID) والعنوان الفيزيائي (MAC) , وكذلك مستوى الإشارة (Single Level) والقناة (Channel) . عقدة أخرى تم استخدامها تسمى زر التحكم (Button) التي من خلالها يتم التحكم بعدة أزرار هي زر البحث , الحذف , التوقف , والتخزين وكل منها له وظيفة تقابل اسم الزر , فمثلا زر البحث عند النقر عليه فإنه يجري عملية بحث أو مسح لإشارات WiFi القريبة والتي تظهر بعد ذلك في الجدول . أيضا تم استخدام عقدة الرسم البياني (Chart) والتي منها تم الحصول على رسم بياني يصف قوة الإشارة عند أوقات مختلفة . أما القيمة اللحظية لقوة الإشارة تم الحصول عليها باستخدام عقدة المقياس (Gauge) .



الشكل رقم (3) : واجهة اكتساب البيانات باستخدام أداة node-red

3. حالة دراسية

يشير مصطلح " الشيء" (Thing) وفق مفهوم إنترنت الأشياء إلى أنه أي جهاز يتصل بالإنترنت عن طريق شبكة محلية لمشاركة مواردها. يتم تعريف " الشيء" بأنّه أيّ جهاز يحتوي على بطاقة شبكة ترسل وتستقبل البيانات. تشكّل نقطة الولوج (Access Point) "مجمّعاً" لاسلكياً بين هذه الأشياء. يربط المرسل/المستقبل النقاط اللاسلكية ببعضها البعض كما يقوم أيضاً بربطها مع الشبكة السلكية. تقوم نقطة الولوج من وجهة نظر الأشياء وفق تعريف إنترنت الأشياء - (مثل الثلاجة الذكية، كاميرات المراقبة أو أي شيء له خاصية الاتصال اللاسلكي) بتوفير سلكٍ افتراضي يصل بين هذه الأشياء. يربط هذا "السلك اللاسلكي" الأشياء ببعضها البعض كما يربط هذه الأشياء بالإنترنت. و الجدير بالذكر أنه يجب التمييز بين نقطة الولوج والموجّهات اللاسلكية أو المدمجة منها في جهاز واحد والمنتشرة بكثرة في الأسواق هذه الأيام. يتألف الموجّه اللاسلكي من نقطة ولوج بالإضافة إلى موجّه للشبكة، لذلك فهو قادرٌ على القيام بمهام أكثر تعقيداً من تلك التي تقوم بها نقطة الولوج. يمكن اعتبار الموجّه اللاسلكي جسراً لاسلكياً يصل بين الشبكة اللاسلكية وشبكة الإنترنت. تتصل الأشياء بنقاط الولوج بعد معرفة "أسماء" هذه النقاط. يسمى هذا الأسلوب للتعريف بمعرّف مجموعة الخدمات (Service Set Identifier SSID) والذي يجب أن يتشاركه جميع الأعضاء في شبكة لاسلكية محددة.

أ . انتشار الموجات الراديوية

من أهم المبادئ التي لا بد من فهمها لاستيعاب آلية انتشار الموجات الراديوية داخل المباني هي المؤثرات الأساسية على انتقال الإشارة والتي تشمل: الامتصاص، الانعكاس، الانكسار، والتشويش. حيث تتفاعل الأمواج اللاسلكية أو تضعف عند مرورها عبر مادة ما، مما يؤدي إلى انتقال الطاقة إلى المادة التي تنتقل عبرها. نلاحظ بشكل عام بأن المواد الناقلة تملك قدرةً عاليةً على امتصاص الإشارة، وبشكل خاص المعادن. يعتبر الماء أيضاً بجميع أشكاله (مطر، ضباب، المياه بكافة أنواعها داخل المباني) من المواد عالية الامتصاص للأمواج اللاسلكية ذات الترددات الخاصة بشبكات Wi-Fi. من المواد متوسطة الامتصاص: الأحجار، الطوب الإسمنتي، والخرسانات وذلك تبعاً للمواصفات الخاصة بكل مادة. وكذلك الأمر بالنسبة للأخشاب، والأثاث داخل المنزل. فيما يتعلق بجسم الإنسان فإنه يحتوي على كميات من الماء، مما يجعله كذلك قادر على امتصاص الإشارة. الجدول (1) يوضح معدل تراجع الإشارة عند تعرضها لفواصل مختلفة داخل المبنى[12].

جدول (1): معدل تراجع الإشارة لفواصل مختلفة

الفاصل	سُمك الطبقة	معدل تراجع (خسارة) الإشارة [dB]
طوب إسمنتي	10 سم	5.58
طوب إسمنتي + خرسانة	10 سم+12 سم	14.8
خرسانة	20 سم	8
زجاج	3 مم	0
جبس	5 سم	4.5
خشب	10 سم	0.17

ب . الإعدادات الأولية

في هذه الدراسة، تم استخدام برنامج (inSSIDer) لتحليل أداء شبكات Wi-Fi من تطوير شركة (Metageek)[13] ، وذلك من أجل قياس قوة الإشارة داخل المبنى قيد الدراسة. حيث يعتبر برنامج (inSSIDer) من أفضل البرامج مفتوحة المصدر لتحليل الشبكات، وتم الاعتماد عليه كأداة

قياس في العديد من الأبحاث المنشورة حديثاً[5, 14, 15]. من أهم ما يميز هذا البرنامج هو عرض البيانات التفصيلية لكل شبكة مثل (معرّف مجموعة الخدمات (SSID)، قوة الإشارة، القناة المستخدمة، ونوع الحماية المستخدمة) عن طريق بطاقة اللاسلكي في الجهاز.

إن العدد المحدود للترددات يصبح مشكلة خاصة في المدن الكبرى التي تتواجد بها نقاط وصول متعددة ومختلفة مما يتسبب في تداخل البيانات التي قد تؤدي بطريقة من الطرق إلى حدوث تسرب للبيانات أو أخطاء في نقلها.

قبل وضع نقطة الولوج يجب تحديد نطاق الترددات التي ستعمل ضمنها هذه النقطة (2.4 جيجا هيرتز، أو 5 جيجا هيرتز) وكذلك اختيار القناة المناسبة لضمان توفر فواصل كافية بين الترددات لتجنب التعارض. بالرغم من أن بعض نقاط الولوج الحديثة تمتلك ميزة اختيار القناة التي ستعمل وفقها تلقائياً بناءً على مسح طيف الترددات المستخدمة في نقاط ولوج أخرى، إلا أنها لا تزال من أكبر المشاكل التي تواجه الشبكات اللاسلكية المحلية. يوضح الجدول (2) الإعدادات والمتغيرات للشبكة قيد الدراسة.

الجدول (2): الإعدادات الأولية للشبكة

البيان	القيمة
معرّف مجموعة الخدمات SSID	Nets_4AF3ss
قوة الإشارة [dB] عند أقرب نقطة بالمنزل	- 50
قوة الإشارة [dB] عند أبعد نقطة بالمنزل	لاتوجد إشارة
القناة المستخدمة	6
التردد المستخدم	2.4 جيجا هرتز
الحماية المستخدمة	WPA2-Personal
المعيار	IEEE 802.11n

ج . وصف المشكلة

قبل عهد الشبكات اللاسلكية كان إنشاء شبكة الحاسوب في الأعمال التجارية أو المنزل يتطلب تمديد الكابلات من خلال العديد من الجدران والأسقف، من أجل توفير وصول الشبكة إلى كافة الأجهزة التي تدعم شبكة في المبنى.

مع إنشاء الشبكات اللاسلكية أو ما هو معروف " بنقطة الولوج " (Access Point) أصبح مستخدمي الشبكة الآن قادرين على إضافة الأجهزة والوصول إلى الشبكة مع تخفيف عدد الأسلاك الممددة، لكن وفي ظل كل هذا التوفير الذي صاحب استخدام نقطة الوصول (AP) سواء على الصعيد المادي بتقليل عدد الأسلاك والكوابل المستخدمة في التمديد، أو من ناحية توفيرها لجهد المستخدم ووقته، إلا أن هناك بعض المسائل التي لا تعزى أن تكون من ضمن مزايا هذه الشبكات وعلى رأسها مسألة محدودية إشارة Wi-Fi التي تبثها، بحيث أن موقع جهازAP يعتبر ركيزة أساسية لقوة وضعف الإشارة بالنسبة للمستخدم، وتفصيلا لهذه المسألة تم إجراء دراسة على منزل به نقطة وصول (AP) واحدة موضوعة عشوائيا في مكان ما من أرجاء المنزل وهو ما يعتبر إشكالا لأن إشارة الشبكة لا تغطي المنزل بالكامل. بداية تم القيام بالتعرف على خريطة المنزل وعدد الأفراد به، كان المنزل مكون من ثلاث غرف نوم وغرفة معيشة وصالة للضيوف إضافة لمطبخ بجانبه غرفة تخزين، وكان رب الأسرة مهندس مدني يعمل بإحدى شركات المقاولة والبناء، والأم مدرسة لغة عربية، والابن الأكبر طالب طب، والذي يليه طالب بكلية الهندسة، وكذلك اثنان من الأبناء في المرحلة الابتدائية من الدراسة، أيضا تم التطرق بالسؤال لكل فرد عن متوسط عدد ساعات استخدامه لشبكة الانترنت، إن الهدف الرئيس من إجراء هذه الدراسة هو ايجاد طريقة لوضع AP في المكان الأمثل وذلك باستخدام خوارزمية أسراب الطيور (PSO) اخذين في الاعتبار المسافة وعدد ساعات الاستخدام لكل فرد.

إن تحديد الموقع الدقيق لوضع AP في المكان الأمثل هي مشكلة تحسين هندسية يمكن صياغتها كما يلي :

دالة الهدف (Objective Function): تحقيق أقصى قدر من سرعة الإنترنت (Maximization) وذلك حسب الاستخدام الأعلى وهذا يعادل: تقليل مجموع المسافة الموزونة بمتوسط ساعات الاستخدام , يمكن قبول هذا المفهوم من خلال الاعتراف بوجود علاقة مباشرة بين المسافة والسرعة (كلما زادت المسافة ، كانت السرعة أبطأ)، ونظرا لإعطاء الأولية للأفراد ذوي الاستخدام الأعلى، يجب تضمين هذا البروتوكول في الوظيفة أو الدالة الهدف.

حيث أن هذه الحالة الدراسية محددة بمعيارين هما:

- متوسط ساعات الاستخدام في الشهر (بالساعات).
- الإحداثيات (x , y) بالأمتار.

تم القيام بحساب قيم متوسط ساعات استخدام الإنترنت في الشهر لكل غرفة حسب الأفراد المتواجدين بها، وكذلك الإحداثيات (x , y) لكل غرفة , كما هو موضح في الجدولين رقم (3) ورقم (4) .

كما يوضح الشكل رقم (4) خريطة المنزل وتوزيع الإشارة في حالة وضع نقطة الولوج بشكل عشوائي. من الملاحظ ضعف في توزيع الإشارة بالإضافة لعدم تغطيتها لكامل المنزل.

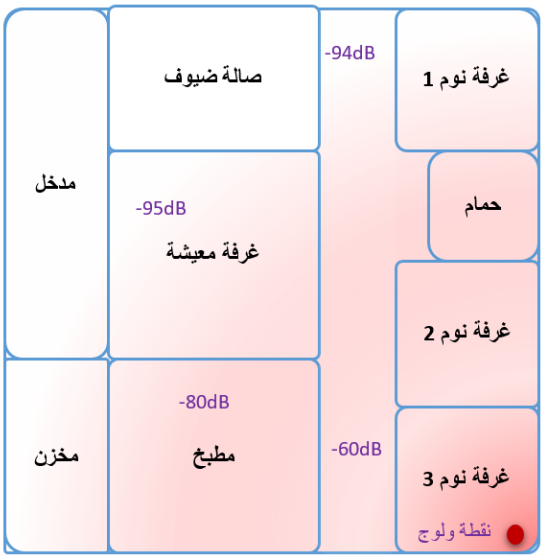
جدول (3) : يوضح الغرف ومتوسط استخدامها للإنترنت في الشهر

الغرفة	متوسط الاستخدام في الشهر (بالساعات)
غرفة نوم 1	120
غرفة نوم 2	180
غرفة المعيشة	90
صالة الضيوف	60
غرفة نوم 3	30

المطبخ	15
غرفة التخزين	0

جدول (4) : يوضح الغرف واحداثياتها

الغرفة	الإحداثيات (x , y) (بالأمتار)
غرفة نوم 1	(5 , 4)
غرفة نوم 2	(4.5 , 3)
غرفة المعيشة	(0.5 , 1)
صالة الضيوف	(1.5 , 4)
غرفة نوم 3	(5.5 , 6)
المطبخ	(2 , 3.5)
غرفة التخزين	(6 , 5)



الشكل رقم (4) : وضع نقطة ولوج بشكل عشوائي.

ومنه يمكن كتابة دالة الملائمة (Fitness Function) للمشكلة كما يلي:

$$\text{Minimize } F(x, y) = 180\sqrt{(x-0.5)^2+(y-1)^2} + 120\sqrt{(x-1)^2+(y-2)^2} + 90\sqrt{x^2+(y-0.5)^2} + 30\sqrt{(x-2)^2+(y-1)^2} + 15\sqrt{(x-2.5)^2+(y-1)^2} + 60\sqrt{(x-1)^2+y^2} + 0\sqrt{(x-3)^2+(y-4)^2}$$

القيود (Constraints): نعم، يوجد في المنزل مساحة كبيرة، ولكن لو تم اختيار وسط المنزل لوضع جهاز AP أي يسمح لك فقط بتعيين الجهاز ضمن احداثيات وسط المنزل، أي أننا نقتصر على مجال معين من خلال :

$$2 \le X \le 6$$
$$3 \le Y \le 7$$

حيث في هذه الدراسة كانت الوظيفة أو الدالة الهدف هي مجموع المسافات بين AP والمستهلكين حسب متوسط استهلاك كل فرد .

تم استخدام طريقة خوارزمية أسراب الطيور لحل هذه المشكلة الهندسية باستخدام حاسب يحمل المواصفات التالية: سرعة المعالج (2.5 جيجا هرتز)، ذاكرة بحجم (4 جيجا بايت) برنامج ماتلاب (MATLAB) إصدار (R2018a) منصب على نظام ويندوز 10.

4. النتائج والمناقشة

تعتبر الخطوة الأولى والأكثر أهميّةً والتي يجب على أيّ مزوّد لخدمات الاتصالات / الإنترنت اتخاذها قبل البدء بتركيب أيّ معدات تحديد الأهداف التي يريد تحقيقها والتحدّيات التي يواجهها. يؤثّر أختيار الموقع الأمثل في الشبكات اللاسلكية (تماماً كما هو الحال في أيّ نظام اتصالات آخر) على جودة الخدمة المقدمة خصوصاً مع تزايد الطلب في الآونة الأخيرة على إنترنت الأشياء. ولضمان جودة الخدمة يجب الإلمام بجميع جوانب شبكة الاتصالات وليس تلك المتعلّقة بمعدات و مواصفات الشبكة وحسب. تماماً كما في جميع أنظمة الاتصالات، من الممكن بناء شبكةٍ لاسلكيةٍ بسهولة، أما بناء شبكة لاسلكية ذات أداء جيّد فيتطلّب الكثير من الوقت والخبرة. تم في هذا البحث استخدام إحدى خوارزميات الذكاء الاصطناعي والتي تستوحي طريقة عملها من سلوك بعض المجموعات في الطبيعة مثل الأسماك والطيور التي تسبح أو تطير بحثاً عن الطعام بالتعاون بين أعضاء المجموعة.

تم اختبار كفاءة الخوارزمية المقترحة بتكوين العديد من النماذج عن طريق قيم مختلفة لأعداد الطيور وسرعاتها لحل المسألة سالفة الذكر. يوضح الجدول (5) أفضل القيم المتحصل عليها التي أدت إلى تقليل دالة الهدف و الحصول على الحل الأمثل.

جدول (5): نتائج تطبيق الطريقة المقترحة

البيان	القيمة
عدد الطيور	90
المتغيرالأول	2
المتغير الثاني	1.5
المتغير الثالث	1.2
عدد التكرار	5000
أفضل قيمة X	3.5
أفضل قيمة Y	4.2

من الملاحظ أن أمثلية أسراب العناصر (PSO) تعتمد بصورة أساسية على حساب قيمة الملائمة لكل عنصر من العناصر ضمن السرب وكذلك على تحديث قيم الملائمة (PBest) لكل عنصر، وتحديث أفضل قيمة ملائمة عامة (GBest).

تعتمد العديد من خوارزميات الأمثلة على ما يسمى بذكاء السرب، والذي يظهر عادة في مجتمعات الكائنات الحية محدودة العدد والمتفاعلة محليا مع بعضها البعض ومع بيئتها

المحيطة، حيث تستخدم قواعد سلوكية بسيطة للغاية، وعلى الرغم من عدم وجود متحكم مركزي يملي على الافراد كيفية التصرف، إلا أنها تؤدي إلى بزوغ سلوك جماعي ذكي غير ملحوظ على مستوى الأفراد. ومن الأمثلة الموجودة في الطبيعة على هذه الظاهرة: مستعمرات النمل وأسراب الطيور وقطعان الماشية ونمو البكتيريا وأفواج الأسماك.

5. الخلاصة

تعتبر الشبكة اللاسلكيّة أحد وسائل الاتصال بالإنترنت التي تتيح الفرصة لتبادل البيانات دون الحاجة إلى استخدام الأسلاك والتوصيلات. تمثلت مشكلة البحث في إقتراح طريقة لإيجاد المكان الأمثل لنقطة الولوج في شبكات Wi-Fi داخل المباني باستخدام تقنية مستوحاة من الطبيعة. مما تقدم يمكن تلخيص الاستنتاجات التالية:

- من خلال النتائج تبين أن طريقة أمثلية أسراب العناصر (PSO) من الطرائق المهمة التي تستخدم لإيجاد المكان الأمثل لوضع نقطة الولوج للشبكات المحلية اللاسلكية لما امتازت به هذه الطريقة من سهولة في الاستخدام وسرعة التنفيذ وكذلك دقة في النتائج.

- من الممكن أن يؤدي وضع نقاط الولوج بطريقة عشوائية إلى العديد من المشاكل بما في ذلك انخفاض معدل نقل البيانات، واستنزاف الإشارة، وسوء تغطية التجوال، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التكاليف بإضافة نقاط ولوج إضافية.

- من خلال مراقبة وتحليل سلوك الكائنات الحية والتي تعتبر أقل ذكاء من الإنسان، تم الحصول على خوارزميات مستوحاة من الطبيعة أثبتت نجاحها في حل العديد من المشاكل الهندسية.

- عندما يتطلب التصميم الإنشائي للمبنى زيادة استطاعة الشبكة اللاسلكية عبر إضافة المزيد من نقاط الولوج القريبة من بعضها البعض، فهنا يأتي دور تطبيق الطريقة المقترحة، وذلك من أجل اختيار المكان الأمثل للتقليل من التداخل واحتمالات التشويش بين نقاط الولوج. مع الأخذ في الاعتبار الظروف البيئية والمناخية حول نقاط الولوج، مثل عدد الأشخاص والرطوبة والأشجار المحيطة.

- الجدير بالذكر أن خوارزمية (PSO) تمتاز بسهولة في التطبيق وسرعة في التنفيذ، وذلك بسبب عدم احتوائها على متغيرات إضافية مثل التهجين (Crossover) والطفرة (Mutation) كما هو الحال في الخوارزميات الجينية (GA). بالإضافة إلى أن (PSO) تتخذ الأعداد الحقيقية على أنها العناصر أو الحلول الابتدائية ، وهذا يختلف عن الخوارزميات الجينية (GA) والتي تحتاج خطوة إضافية وهي عملية التحول إلى الترميز الثنائي (Binary Encoding) أو إلى استخدام المعاملات الجينية (Genetic Operators).

حيث من خلال النتائج التي تم التوصل إليها يوصي البحث بالآتي :

- استخدام أمثلية أسراب العناصر في إيجاد الحل الأمثل لمسائل وضع أجهزة الولوج داخل المباني لما لهذا الأسلوب من أهمية ودقة في تحليل النتائج وتقليل فترة الوصول إلى الحالة الأمثلية.

- إجراء المزيد من التجارب على امتصاص المواد داخل المباني للإشارة وتضمينها ضمن دالة الهدف المقترحة.

- قبل البدء في عمل التركيبات الأساسية للشبكات اللاسلكية داخل المباني، يجب على المهندس أن يعي تماما الاستخدامات المتوقعة للشبكة، وعدد المستخدمين، وحجم المنشأة، ومعرفة التركيب الإنشائي للمبنى الذي من الممكن أن يؤثر سلباً على جودة انتشار الإشارة.

6. المراجع

[1] X. Li, *et al.*, "A review of industrial wireless networks in the context of industry 4.0," *Wireless networks*, vol. 23, pp. 23-41, 2017.

[2] Cisco. (2017, 01-10-2020). *Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017C2022*.

[3] M. Rouse, "Internet of Things (IoT), 2018," ed, 2018.

[4] J. Gubbi, *et al.*, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future generation computer systems*, vol. 29, pp. 1645-1660, 2013.

[5] A. Sebbar, *et al.*, "An empirical study of wifi security and performance in morocco-wardriving in rabat," in *2016 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*, 2016, pp. 362-367.

[6] R. C. Eberhart and J. Kennedy, "A new optimizer using particle swarm theory," in *Proceedings of the sixth international symposium on micro machine and human science*, 1995, pp. 39-43.

[7] O. Zedadra, *et al.*, "Swarm intelligence and IoT-based smart cities: A review," in *The Internet of Things for Smart Urban Ecosystems*, ed: Springer, 2019, pp. 177-200.

[8] X.-S. Yang, *Nature-inspired metaheuristic algorithms*: Luniver press, 2010.

[9] A. M. Abdulshahed, *et al.*, "The application of ANFIS prediction models for thermal error compensation on CNC machine tools," *Applied Soft Computing*, vol. 27, pp. 158-168, 2015.

[10] A. Abdulshahed, *et al.*, "A particle swarm optimisation-based Grey prediction model for thermal error compensation on CNC machine tools," in *Laser Metrology and*

Machine Performance XI, LAMDAMAP 2015, Huddersfield, 2015, pp. 369-378.

[11] M. Kaur, *et al.*, "Binary cuckoo search metaheuristic-based supercomputing framework for human behavior analysis in smart home," *The Journal of Supercomputing*, pp. 1-24, 2019.

[12] L. Nagy and L. Farkas, "Indoor base station location optimization using genetic algorithms," in *11th IEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications. PIMRC 2000. Proceedings (Cat. No. 00TH8525)*, 2000, pp. 843-846.

[13] R. W. Woodings, "Multiple band portable spectrum analyzer," ed: Google Patents, 2015.

[14] R. VanSickle, *et al.*, "Effectiveness of Tools in Identifying Rogue Access Points on a Wireless Network," 2019.

[15] U. B. Syed, "Signal modelling based scalable hybrid Wi-Fi indoor positioning system," 2019.