Improve the Performance of Wireless Sensor Network Used to Monitor Containers on the Ships

Dr. Jamal Khalifeh*
Mariam Barakat**

(Received 29 / 11 / 2021. Accepted 15 / 5 / 2022)

□ ABSTRACT □

The Wireless Sensor Network (WSN) uses a large number of sensor nodes that spread in a specific place and work with each other to monitor a studied phenomenon to obtain specific information and pass it to specific location. The research presents an improved model of a hybrid wireless sensor network containing two types of Zigbee and WIFI transmission protocols that monitors commercial containers on the deck of ships.

The research presents a solution to the problem of data loss in the hybrid wireless transmission by using software solutions to design a gateway capable of translating between the two different types of protocols Zigbee & WIFI with achieving optimum performance for the work of this gate.

The aforementioned wireless sensor network will be modeled in several scenarios using the NS3 program, based on the simulation results, it was found that software-designed gateway has improved the hybrid system in terms of time delay and the rate of receiving transmitted packages compared to previous studies.

Keywords: WIFI, Zigbee, Gateway, wireless sensor network.

*Professor, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. Email: jadojam09@gmail.com
** Master student, Department of Communication and Electronics, Faculty of mechanical and electrical engineering, Tishreen University, Latakia, Syria. Email: meme93bk@gmail.com

تحسين أداء شبكات الحساسات اللاسلكية المستخدمة في مراقبة الحاويات التجارية على سطح السفن

د. جمال خليفة*

مريم بركات **

(تاريخ الإيداع 29 / 11 / 2021. قُبِل للنشر في 15/ 5 / 2022)

□ ملخّص □

تستخدم شبكة الحساسات اللاسلكية (Wireless Sensor Network) عدد كبير من العقد الحساسة المنتشرة في مكان معين والتي تعمل مع بعضها البعض لمراقبة ظاهرة مدروسة للحصول على معلومات محددة وتمريرها إلى موقع محدد. يقدم البحث نموذج محسن لشبكة حساسات لاسلكية هجينة تحوي على نوعين من بروتوكولات الإرسال Zigbee وWIFI تقوم بمراقبة الحاويات التجارية على سطح السفن.

يقدم البحث حلاً لمشكلة ضياع البيانات في وسط التراسل اللاسلكي الهجين عن طريق استخدام حلول برمجية لتصميم بوابة قادرة على الترجمة بين نوعي البروتوكولات المختلفين Zigbee & WIFI مع تحقيق أداء أمثلي لعمل هذه البوابة.

ستتم نمذجة شبكة الحساسات اللاسلكية المذكورة بعدة سيناريوهات باستخدام برنامج NS3، واعتماداً على نتائج المحاكاة تبين أن البوابة المصممة بشكل برمجي قامت بتحسين النظام الهجين من ناحية التأخير الزمني ومعدل استلام الرزم المرسلة بالمقارنة مع الدراسات السابقة.

الكلمات المفتاحية: WiFi , Zigbee , البوابة , شبكة الحساسات اللاسلكية.

* **أستاذ، قسم هندسة الاتصالات و الالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. ايميل:jadojam09@gmail.com**

** **طالبة دراسات عليا(ماجستير)، قسم هندسة الاتصالات و الالكترونيات، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين، اللاذقية سورية. ايميل:meme93bk@gmail.com**

مقدمة:

تساهم شبكات الحساسات اللاسلكية في غالبية تطبيقات إنترنت الأشياء حيث تقوم الحساسات في هذا النوع من الشبكات بتحسس الظواهر الفيزيائية، تستخدم هذه الشبكات أنواع مختلفة من الحساسات التي ترسل بياناتها إلى عقد وسيطة ومن ثم إلى مركز المراقبة، يقدم البحث نموذج محسن لشبكة حساسات لاسلكية تقوم بمراقبة الحاويات التجارية على سطح السفن بواسطة الحساسات التي تقيس البارامترات الفيزيائية من حرارة ورطوبة لمحتويات الحاوية.

تقوم عقد الحساسات بإرسال البيانات عبر إحدى بروتوكولات إرسال البيانات IEEE 802.15.4 Zigbee إلى شبكات لاسلكية أخرى تحتوي على عقد وسيطة WIFI حيث تقوم الأخيرة بإرسال البيانات إلى عقدة WIFI مركزية والتي بدورها ترسل البيانات إلى مركز المراقبة عبر بروتوكول الـ WIFI، ويسعى البحث إلى تحسين أداء الشبكة السابقة عن طريق تصميم بوابة (gateway) تعمل على ترجمة رزم بيانات التحسس القادمة من عقد الحساسات التي تعتمد على بروتوكول Zigbee في عملها وتحويلها إلى رزم قادرة على الانتقال ضمن شبكة WIFI ومن ثم ايصال تلك الرزم إلى مركز المعالجة الرئيس.

أهمية البحث و أهدافه:

يقدم البحث حل لمشكلة ضياع البيانات الحاصلة بسبب كمية البيانات الضخمة المرسلة في وسط التراسل اللاسلكي بين الحساسات اللاسلكية المستخدم لـ Zigbee وبين تجهيزات WIFI عن طريق استخدام حلول برمجية لتصميم بوابة قادرة على الترجمة بين نوعي البروتوكولات المختلفين Zigbee & WIFI مع تحقيق أداء أمثلي لعمل هذه البوابة.

يهدف البحث إلى حماية البيانات من الضياع في وسط لاسلكي غير متجانس يحوي عقد حساسات لاسلكية تستخدم الـ Zigbee ويستخدم الـ WIFI وذلك من خلال:

- تصميم برمجي لبوابة تعتمد في عملها على التحويل بين نوعي البروتوكولات المختلفين Zigbee & WIFI مع تحقيق أداء أمثلي لعملية التحويل دون حدوث تداخل بين نوعي البروتوكولات السابقين الذي يؤدي إلى ضياع الرزم.
- العمل على تنظيم عملية إرسال بيانات التحسس من أجل عدم حدوث حالة اختناق شبكي عند العقدة الوسيطة.

طرائق البحث ومواده:

طُبّق سيناريو المحاكاة على برنامج (NS-3)، الذي يوفر منصة محاكاة شبكية مفتوحة المصدر وقابلة للتوسع للبحث والتعليم في مجال الشبكات. ويوفر نماذج لكيفية عمل شبكات حزم البيانات وأدائها. تتضمن بعض أسباب استخدام NS-3 إجراء دراسات أكثر صعوبة لا يمكن إجراؤها باستخدام أنظمة حقيقية، لدراسة سلوك النظام في بيئة يمكن التحكم بها بشكل كبير وقابلة للتكرار، سنقوم بتصميم الشبكة وفق سيناريو محدد ونطبق البوابة المقترحة ونحدد البارامترات المرغوب دراستها، ثم تتم عملية المحاكاة ثم إظهار النتائج ومناقشتها.

1- تعريف بشبكة الحساسات اللاسلكية:

يطلق مصطلح شبكة الحساسات اللاسلكية أو اختصار(WSN) على شبكات تتألف من عدد كبير من العقد المتحسسة المنتشرة في مكان معين والتي تعمل مع بعضها البعض لمراقبة ظاهرة مدروسة للحصول على المعلومات المحددة وتمريرها إلى الموقع المحدد، وفتحت التطورات في تصنيع الحساسات اللاسلكية المجال واسعا أمام إدخالها في

تطبيقات الحياة اليومية على مختلف المستويات[13]. حيث تزداد التطبيقات الشبكية التي تعتمد على التقنيات اللاسلكية لما لها من فوائد في تقليل كلفة بناء الشبكة، إضافة إلى السهولة في نشرها. شكل ظهور شبكات الحساسات اللاسلكية ثورة في عالم الشبكات اللاسلكية، ولاسيما بعد تطور عقدة الحساس لتصبح عقدة ذكية قادرة على إجراء الكثير من المهام وعلى إدارة نفسها والتعاون مع باقي الحساسات اللاسلكية ساهم أيضا في انتشارها أو اعتمادها من قبل المستثمرين[14]، وبنتيجة ذلك ازداد الاعتماد عليها في تنظيم ومراقبة وتشغيل العديد من التجهيزات الصناعية والزراعية وفي مراقبة الطبيعة والحوادث المؤثرة فيها والمرتبطة بها. ويوفر استخدام شبكات الحساسات اللاسلكية في المراقبة تطوراً نوعياً يؤمن المراقبة الحثيثة على مدار الساعة مع تحسين جودة هذه المراقبة وتنظيمها[13].

1-1- تقنية Zigbee في شبكات الحساسات اللاسلكية:

تعرف بأنها تقنية ربط شبكي مصممة خصيصاً للاستخدامات التي تحتاج للعمل لفترات طويلة دون الحاجة للتزويد بطاقة كهربائية خلال فترات قصيرة. حيث زودت هذه التقنية ببطاريات فترة حياتها تصل إلى 360 يوما من العمل بشكلٍ متواصل دون الحاجة لشحنها سوى مرة واحدة[1]. كذلك صممت خصيصاً للاستخدامات التي تحتاج إلى توفر الخدمة بدرجة عالية بحيث يكون هنالك بديل مباشر في حال تعطل أحد الأجهزة، وذلك من أجل التطبيقات ذات معدلات الإرسال المنخفضة. تتمتع هذه الشبكات بالتنظيم الذاتي وصغر حجم البنية الطبقية مما ينعكس على بساطة العمليات بشكل ايجابي. كما تمتاز بكبر حجم فضاء العناوين الذي تعتمده. بالإضافة إلى إمكانية التحكم بالألاف من الأجهزة الطرفية ولمسافات طويلة. وتسمح بتشكيل الشبكة بعدة طرق وتشكيلات بالإضافة للأداء العالي والدقيق والمرن واستهلاك الطاقة المنخفض وعمر البطارية الطويل جداً إلا أن مسافات الإرسال أصغر مقارنة ببعض التقنيات[2].

2-1- البروتوكول WIFI 802.11:

يحدد المعيار IEEE 802.11 البروتوكولات التي تتيح الاتصال مع الأجهزة اللاسلكية الحالية التي تدعم WIFI، بما في ذلك أجهزة التوجيه اللاسلكية ونقاط الوصول اللاسلكية. تدعم نقاط الوصول اللاسلكية معايير IEEE المختلفة. كل معيار هو تعديل تم التصديق عليه بمرور الوقت[3]. تعمل المعايير على ترددات متفاوتة، وتقدم نطاقًا ترديدًا مختلفاً، وتدعم عدداً مختلفاً من القنوات. وتسمح هذه التقنية للجهاز الإلكتروني بتبادل البيانات أو الاتصال بالإنترنت باستخدام موجات الراديو بتردد 2.4GHz هرتز UHF و5GHz SHF. يمكن أن تستخدم العديد من الأجهزة شبكة WIFI، على سبيل المثال، أجهزة الكمبيوتر الشخصية وأجهزة العاب الفيديو والهواتف الذكية وبعض الكاميرات الرقمية وأجهزة الكمبيوتر اللوحية ومشغلات الصوت الرقمية. يمكن لهذه الأجهزة الاتصال بمورد شبكة مثل الأنترنت عبر نقطة وصول للشبكة اللاسلكية. يبلغ مدى نقطة الوصول (أو النقطة الفعالة) حوالي 20 مترًا (66 قدمًا) في الداخل ونطاقاً أكبر في الهواء الطلق. يمكن أن تشتمل تغطية النقاط الفعالة على مساحة صغيرة مثل غرفة مفردة بجدران تحجب موجات الراديو، أو بمساحة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة يتم تحقيقها باستخدام نقاط وصول متداخلة متعددة[4]. تقدم عدة مزايا حيث تسمح الطبيعة اللاسلكية لهذه الشبكات للمستخدمين بالوصول إلى موارد الشبكة من أي مكان مناسب تقريباً داخل بيئة الشبكة الأساسية الخاصة بهم وأيضا إمكانية التنقل حيث يمكن للمستخدمين الوصول إلى الإنترنت حتى خارج بيئة العمل العادية. وتعتبر أقل كلفة وتعقيد من الشبكات السلكية ويمكن للشبكات اللاسلكية أن تخدم عدداً متزايداً من العملاء بالمعدات الموجودة[4].

2- بوابة عبور Gateway:

يمكننا تعريف بوابة العبور بأنها عبارة عن عقدة شبكة مستخدمة في الاتصالات السلكية واللاسلكية تربط شبكتين لهما بروتوكولات شبكية مختلفة، تعمل البوابات كنقطة دخول وخروج للشبكة حيث يجب أن تمر جميع البيانات من خلالها أو تتصل بها قبل أن توجهها[10].

الميزة الأساسية لاستخدام البوابة في السيناريوهات الشخصية هي تبسيط الاتصال بالإنترنت. أما في حالة الاستخدامات على المستوى غير الشخصي أو المنزلي فأغلب البوابات تستخدم من أجل نقل البيانات بين نوعين مختلفين من الشبكات. وفي حالات عديدة تكون البوابات مسؤولة عن أمان الشبكة فتكون بهذه الحالة عبارة عن جدران نارية تقوم بتطبيق العديد من تقنيات الحماية من أجل حماية وفصل شبكة داخلية خاصة عن شبكة خارجية عامة[11].

3- الدراسات المرجعية RELATED WORKS:

حل البحث [5] مشكلة التعايش بين شبكة Zigbee والشبكات اللاسلكية الأخرى في بيئة الإضاءة الداخلية وذلك عبر خوارزمية "حجز وقت الإرسال" وهي حل عملي للمشكلة المفترضة، والتي تم اختبارها أيضاً عن طريق المحاكاة. ضمن هذه الطريقة، تم تصميم عقدة بوابة بين شبكة Zigbee وشبكة WIFI بشكل متبادل. تتلخص هذه الطريقة بأنه عندما يكون هناك طلب Zigbee يتم إنشاء رزمة WIFI وهمية باستطاعة منخفضة وتحتوي على نفس كمية البيانات المراد إرسالها من Zigbee كي تحجز الوقت الكافي للإرسال بحيث لا تؤثر على إرسال Zigbee وتقوم بمنع عقدة الـ WIFI AP من الإرسال في الفترة المحجوزة، إلا أن هذه الدراسة لم تأخذ بعين الاعتبار استمرار إرسال عقدة Zigbee لفترة أطول من الوقت المحجوز لها مما يؤدي إلى حدوث ضياع في الرزم المرسلة.

طرح البحث[6] فكرة استخدام حساسات Zigbee في المجال الطبي في شبكات WBAN بوجود تقنية WIFI باقتراح خوارزمية تسمح بالتحكم بتدفق بيانات WIFI غير الحساسة والمتساهلة من ناحية التأخير الزمني، لذلك تقوم الخوارزمية على التحكم بهذه البيانات بحيث تقوم بتأخير إرسال بيانات هذه التطبيقات المتساهلة بالتأخير الزمني ريثما يتم إرسال بيانات Zigbee بالتأخير الزمني المسموح به وهكذا نضمن وصول بيانات Zigbee بالوقت المناسب وكذلك بيانات WIFI ولكن بتأخير زمني أكبر ومقبول، لم تأخذ هذه الورقة بعين الإعتبار استمرارية إرسال عقد Zigbee للبيانات، حيث في حال حدوث ذلك فإنه سيؤثر على تطبيقات WIFI ويؤدي لتجاوز الحد الأعظمي المسموح به من التأخير.

طرح البحث [7] تصميم واجهة بين Zigbee و WIFI وتجمع بين خصائص المعيارين السابقين في نظام مراقبة عن بعد يعتمد على الشبكات اللاسلكية. يتميز WIFI بمعدل نقل بيانات عالي ومسافة نقل بعيدة ولكنه يتطلب طاقة كبيرة تساوي 400 MA في وضع الاستعداد، بينما يتمتع Zigbee بأنه يستخدم طاقة أقل تسأوي 30 MA في وضع الاستعداد لكنه يدعم معدل نقل بيانات منخفض ومسافة نقل قصيرة المدى، يتم إرسال البيانات بواسطة ZigBee Transceiver وتستقبل الواجهة البيانات المرسلة وتعالجها وترسلها لاسلكيا إلى wifi transceiver ومن ثم يتم عرضها على جهاز كمبيوتر. ويعملwifi transceiver عمل مزدوج حيث يتلقى البيانات ويرسل بيانات إلى ZigBee Transceiver بواسطة هذه الواجهة. تعمل واجهة ZigBee و WIFI على تحويل البيانات من بروتوكول TCP / IP إلى بروتوكول ZigBee وبالعكس. تم الحصول على سرعة نقل بيانات تصل إلى 9600 bps وتحقيق امتداد جغرافي وصل إلى 63 m للشبكة.

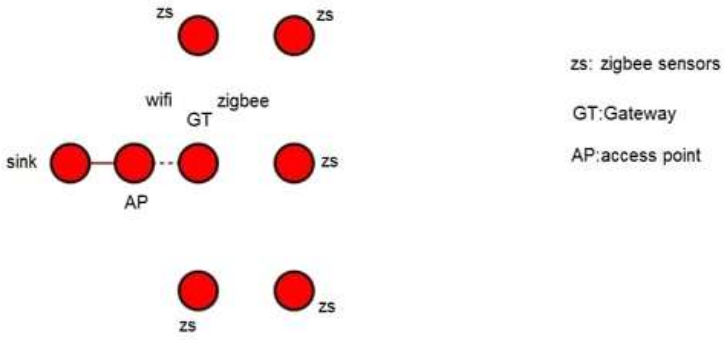
قامت الدراسة [8] بدراسة التأثير المتبادل لتداخل WIFI على قنوات ZigBee باستخدام QualNet Simulator وحساب معدل تسليم الحزمة (PDR) لكل من عقدتي ZigBee و WIFI عن طريق تصميم نموذج

تحليلي لتصوير تأثير التداخل المتبادل بين ZigBee و WIFI. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن ZigBee له تأثير ضئيل على حزم WiFi، وأن WiFi يؤثر على حزم ZigBee بدرجات مختلفة بناءً على كثافة حركة المرور وعدد العقد.

قام الدراسة [9] بتصميم منزل ذكي يتم التحكم به عن بعد، بواسطة شبكة من الحساسات اللاسلكية المعتمدة على بروتوكول Zigbee، وتتصل شبكة الحساسات اللاسلكية هذه مع مركز مراقبة يستخدم تقنية WIFI بواسطة بوابة. تتكون البوابة من معالج صغري بالإضافة إلى وحدة Zigbee ووحدة WIFI وحدة إيثرنت. تلعب البوابة الدور الأساسي في النظام المصمم، حيث تقوم بمعالجة المعلومات التي جمعت من قبل شبكة الحساسات اللاسلكية Zigbee ونقلها إلى طرفية ذكية عبر شبكة محلية أو شبكة إيثرنت، وبذلك أيضا يمكن للمستخدم إرسال أوامر التحكم عن بعد إلى شبكة الحساسات وبنفس الطريقة. قام النظام المصمم بحل مشاكل التكلفة العالية والنظام المعقد والنظام غير المستقر.

4- البوابة في شبكات الحساسات اللاسلكية:

تستخدم البوابة في ربط شبكات الحساسات اللاسلكية التي تعتمد على البروتوكولات المعروفة في هذه الشبكات مثل الـ Zigbee مع أجهزة المراقبة التي تعتمد في الاتصال مع الشبكات الأخرى على شبكات الـ WIFI والـ ethernet والشكل التالي يوضح البنية العامة لشبكة هجينة مع بوابة:



الشكل 1 : شبكة هجينة مع بوابة

4-1- تصميم البوابة وإضافتها إلى وحدات الـ NS3:

يعتمد تصميم البوابة على أساس برمجي واستناداً على العديد من التقنيات المقدمة من قبل المحاكي NS3 وبالتالي سنعرض بداية بعض المفاهيم الأساسية المستخدمة في NS3، لتحقيق تصميم بوابة تقوم بالعمل بين نمطين مختلفين من البروتوكولات سواء كان الاختلاف منطقي أو فيزيائي سنذكر التصميم النظري لبوابتنا التي ستكون مسؤولة عن نقل المعلومات بين الـ Zigbee و ال WIFI ثم سنذكر التطبيق البرمجي لتلك البوابة وفي النهاية سنضيف البوابة إلى وحدات الـNS3.

4-2- تحقيق البوابة في NS3 :

قام المحاكي NS3 بتسهيل عملية بناء بوابات بين نوعي شبكة مختلفين سواء كان الاختلاف فيزيائي أو على مستوي أعلى من الطبقة الفيزيائية مع الأخذ بعين الاعتبار أن هذه البوابات لا تشمل جميع أنواع البروتوكولات. ويرتكز عمل المحاكي على مفاهيم أساسية مستخدمة في بناء البوابات أهمها[12] :

1- Node Containers:

تعتبر من التقنيات الأساسية المستخدمة في NS3 وهو عبارة عن مستوعب يضم مجموعة من العقد الشبكية التي في أغلب الأحيان تنتمي إلى نفس نوع البروتوكولات المستخدمة في الشبكة ككل، أما إذا انتمت عقدة إلى مستوعبين في نفس الوقت فتعتبر في هذه الحالة عبارة عن عقدة بوابة بين الشبكتين.

2- Protocol helpers :

تختلف هذه التقنية باختلاف البروتوكول المستخدم وأغلب البروتوكولات في NS3 تضم HELPERS لتسهيل عملية محاكاة البروتوكولات وضبط خصائصها بشكل مرن كما أن أغلب الـHELPERS تؤمن توابع متخصصة في استكمال عمل عملية بناء البوابات بين الشبكات المختلفة بعد تأسيسها من قبل ال NODE CONTAINERS.

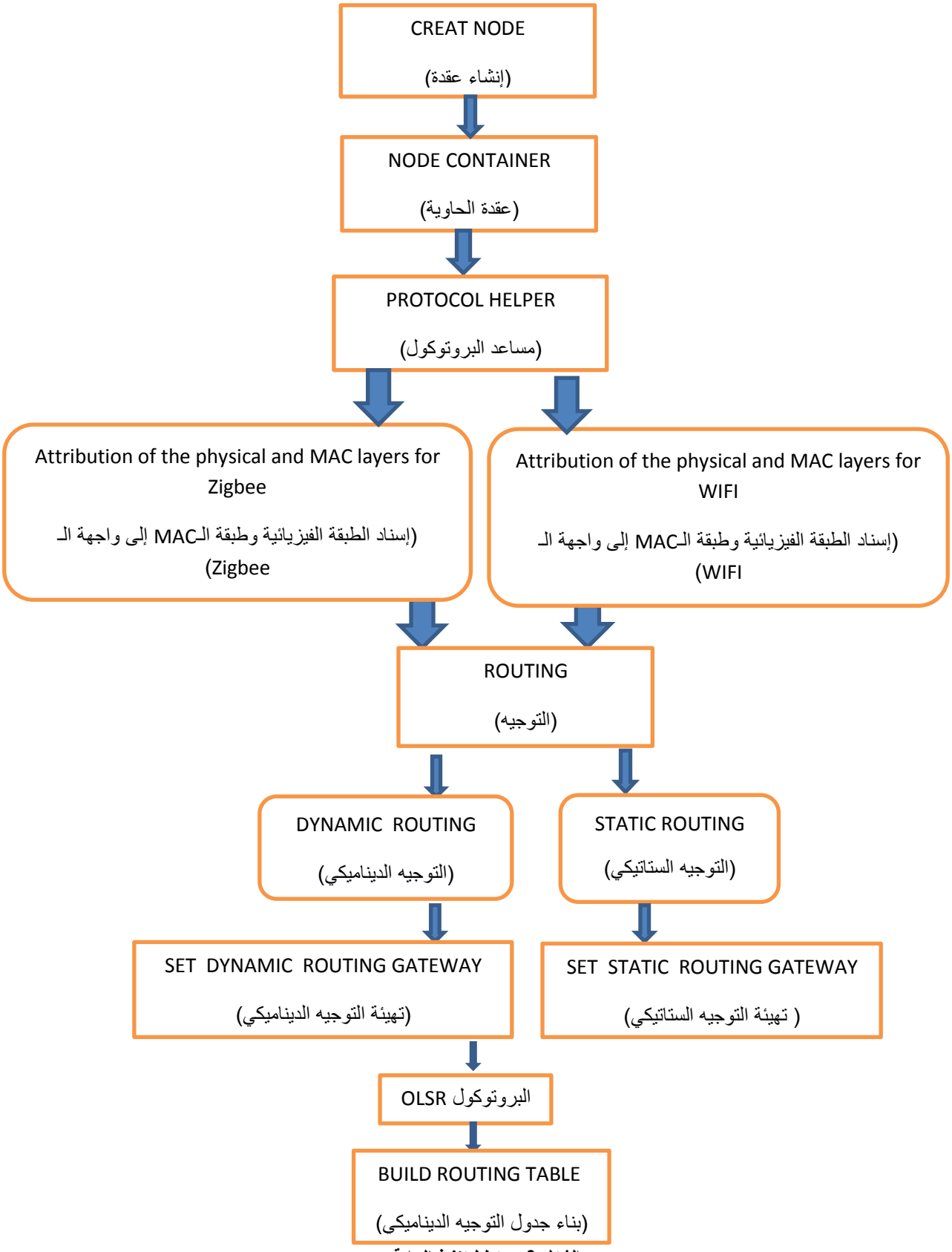
3-4- الدراسة النظرية للبوابة WIFI to Zigbee

ذكرنا سابقا أن تصميم البوابة سوف يكون تصميم برمجي يعتمد على ما يقدمه المحاكي من تسهيلات في هذا الخصوص. من أجل توظيف هذه البوابة في شبكة حساسات لاسلكية منتشرة على سطح باخرة لأخذ قيم تحسس مختلفة من حاويات تحمل بداخلها بضائع سيكون عمل البوابة هو نقل البيانات من حساسات تعمل على بروتوكول Zigbee منتشرة داخل مستوعبات على سطح السفينة إلى مصب موجود داخل شبكة WIFI ومتصل مع نقطة وصول وبالتالي ستكون وظيفة هذه البوابة نقل البيانات بين نوعي الشبكة المختلفين. وبالتالي سيكون النموذج الطبقي للبوابة كالتالي :

Application	
Network for zigbee	Network for wifi
Mac for zigbee	Mac for wifi
Physical layer for zigbee	Physical layer for wifi

الشكل 2 : النموذج الطبقي للبوابة

5- النموذج المقترح لتصميم البوابة:



الشكل 3: مخطط تنفيذ البوابة

6- آلية عمل الشبكة:

الشكل 4: آلية عمل الشبكة

7- إعدادات الدراسة:

سيتم تطبيق البوابة المقترحة على شبكة حساسات لاسلكية على سطح باخرة من أجل مراقبة قيم الحرارة و الرطوبة داخل حاويات موزعة على السطح حيث ستحوي كل حاوية على حساسين أحدهما للحرارة والأخر للرطوبة وستقوم جميع الحساسات المعتمدة على بروتوكول الـ ZIGBEE بإرسال بياناتها إلى مركز مراقبة يعتمد في اتصاله على بروتوكول WIFI وذلك عبر البوابة المقترحة في هذا البحث.

7-1- مواصفات الباخرة المراد تطبيق شبكة الحساسات اللاسلكية عليها:

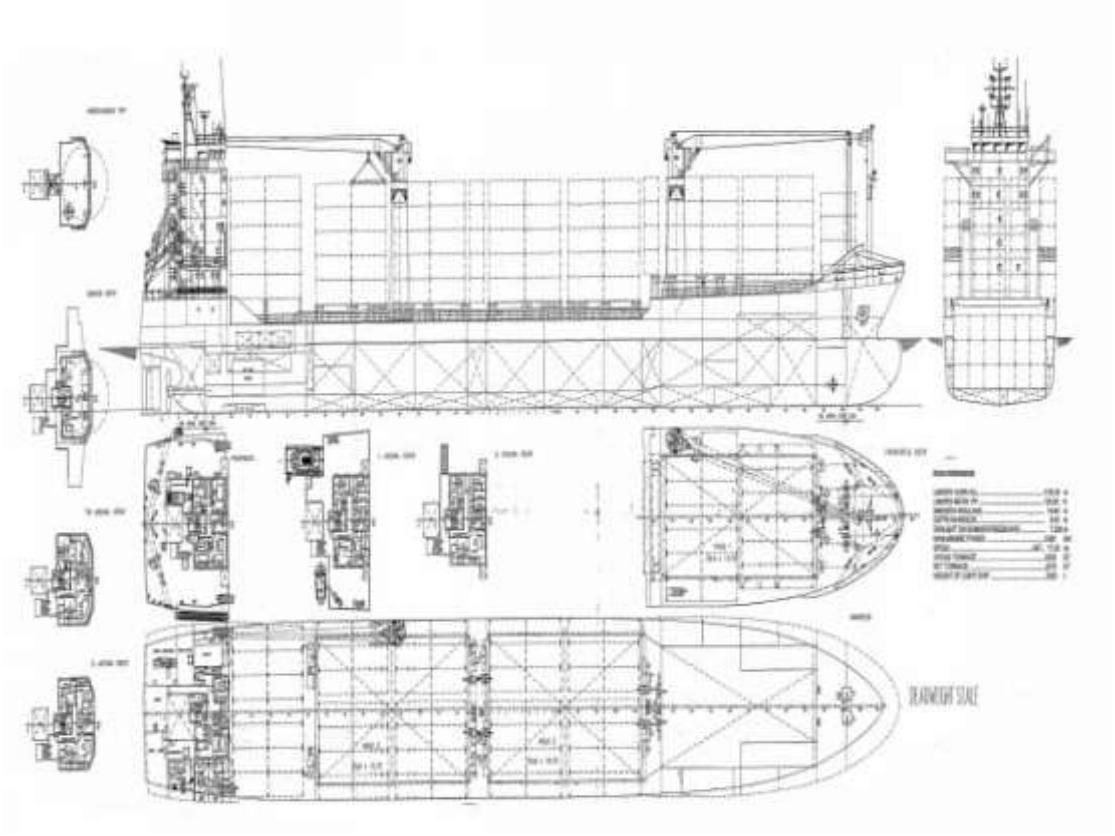
تم العمل على باخرة لها القدرة على استيعاب عدد قليل من الحاويات نظراً لمحدودية الإمكانيات المتوفرة:

والجدول التالي يوضح مواصفات الباخرة:

الجدول 1: مواصفات الباخرة

VESSEL NAME	ATLANTIC PRODIGY
Length over all	132.30 m
Length b.p.	125.50 m
Breadth Molded	19.40 m
Depth to Main Deck	9.45 m
Container number	698

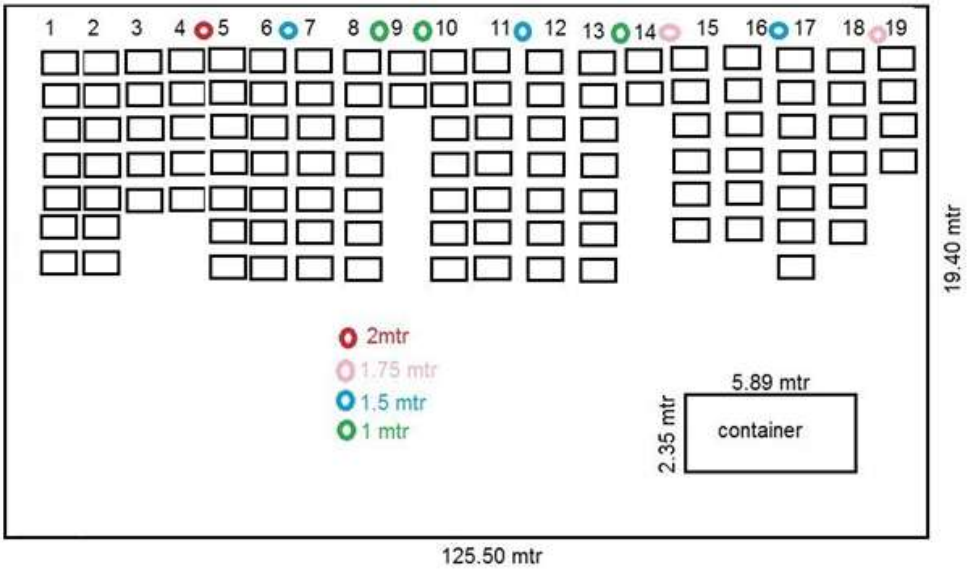
- **الشكل التالي يوضح هيكل الباخرة :**



الشكل 5 : هيكل الباخرة

- **توزيع الحاويات على سطح الباخرة:**

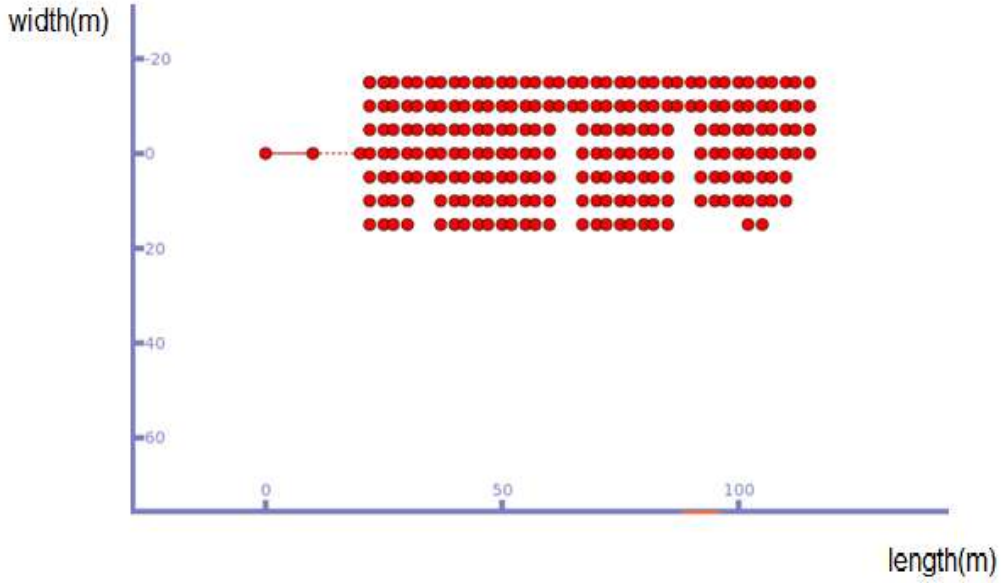
بعد دراسة مخططات الباخرة تم توزيع الحاويات على سطح الباخرة بالشكل التالي حيث يوضح الشكل أبعاد السطح والحاويات والمسافات بينها.



الشكل 6: توزيع الحساسات على سطح الباخرة

- **توزيع الحساسات على الحاويات على سطح الباخرة:**

يبلغ عدد الحساسات على سطح الباخرة 232 حساس تنقسم بين حساسات رطوبة وحرارة



الشكل 7: توزيع الحساسات على الحاويات على سطح الباخرة.

8- النمذجة العملية:

8-1 بارامترات الدراسة:

عدد الرزم المرسلة والمستقبلة – التأخير.

سنقوم بنمذجة شبكة الحساسات اللاسلكية المذكورة بعدة سيناريوهات باستخدام برنامج NS3.

1- السيناريو الأول :

ستتم النمذجة باستخدام برنامج NS3 اعتمادا على البارامترات التالية :

- الحساسات: 50 حساس موزعة على الحاويات تعتمد على بروتوكول الـ ZIGBEE في عملية الإرسال والاستقبال وبروتوكول الـ OLSR في عملية التوجيه وتقوم بتوليد بيانات تحسس ثابتة معتمدة على تطبيق CBR في كل ثانية.
- البوابة: سيتم اعتماد البوابة المذكورة سابقاً في البحث التي تقوم بالتحويل من بروتوكول الـ ZIGBEE إلى بروتوكول الـ WIFI.
- المصب: هو عبارة عن عقدة تمثل مركز المراقبة تعتمد في عملية الإرسال والاستقبال على بروتوكول WIFI وتعتمد التوجيه الستاتيكي في عملية توجيه الرزم.
- بروتوكلات التوجيه : OLSR , STATIC ROUTING.
- مدة المحاكاة: قدرها 300 ثانية وتبدأ العقد بالإرسال بتأخير قدره 100 ثانية.
- البارامترات المقاسة: هي عبارة عن التأخير مقاس بالثانية ، عدد الرزم المستقبلة/المرسلة في الثانية.

2- **السيناريو الثاني:**

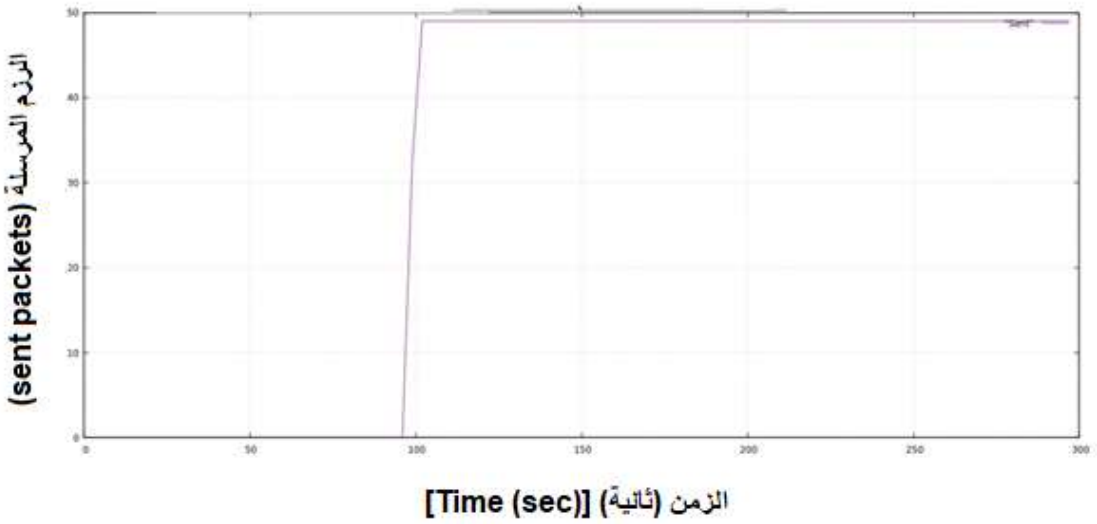
تم اعتماد السيناريو 1 بشكل كامل مع المحافظة على نفس الفرضيات تماماً. أما التغييرات:

- مدة المحاكاة: قدرها 1200 ثانية وتبدأ العقد بالإرسال بتاخير قدره 100 ثانية.
- أيضاً سوف تقوم كل مجموعة من العقد بالإرسال بتأخير زمني عن مجموعة العقد الأخرى حيث تتكون كل مجموعة من 7 حساسات بتأخير زمني قدره 20 ثانية بين كل مجموعة ومجموعة.

النتائج والمناقشة:

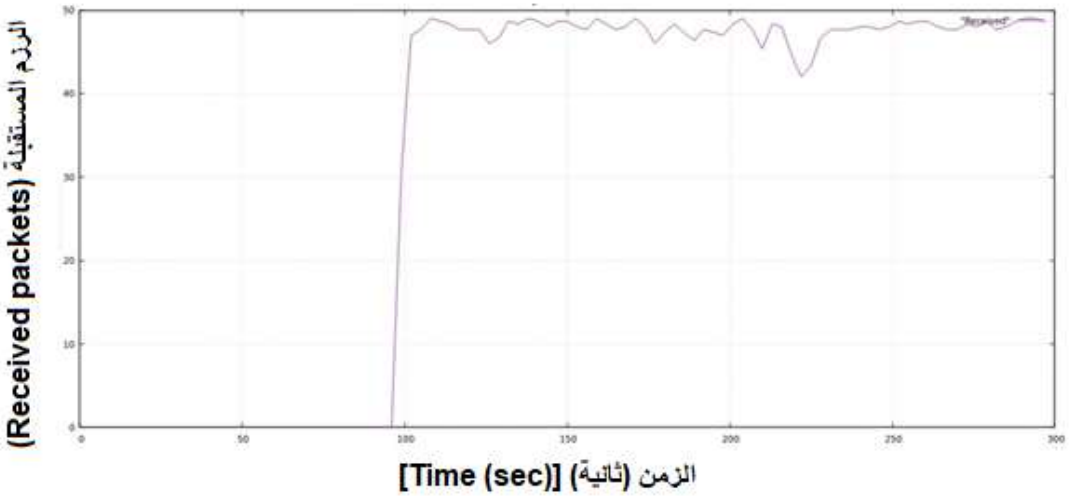
1- **السيناريو الأول:**

بعد تشغيل المحاكاة سنحصل على النتائج الخاصة بمعدل تسليم الرزم والضياع و التأخير



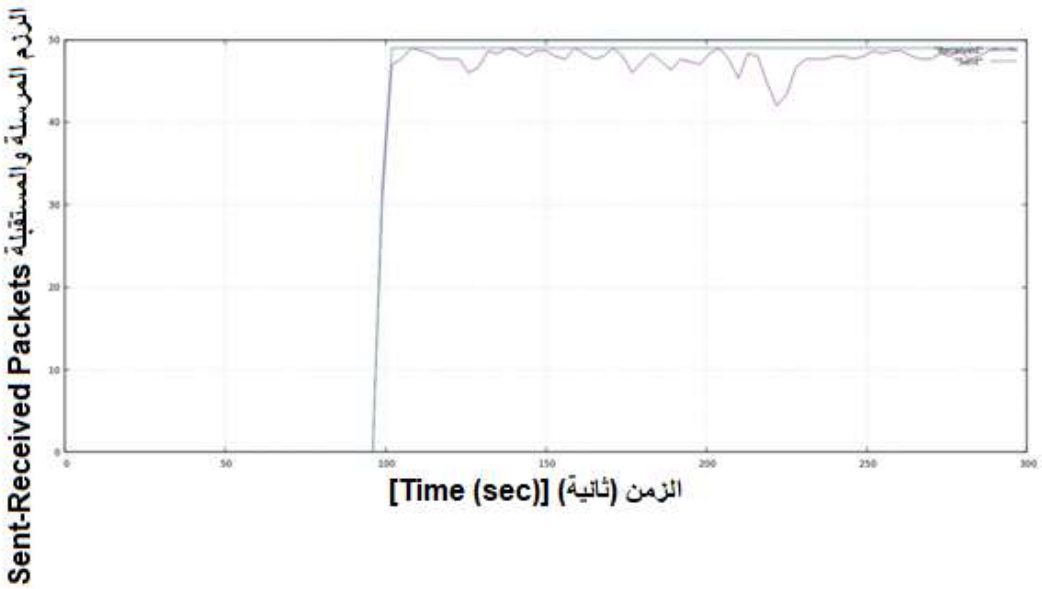
الشكل 11: عدد الرزم المرسلة في الثانية (Packet/Second)

يوضح الشكل (11) أن الحساسات بدأت بالإرسال عند الثانية 100 وهو التأخير المفروض، حيث بلغ عدد الرزم الكلي المرسل 3266 رزمة.



الشكل 12: عدد الرزم المستقبلة في الثانية (Packet/Second)

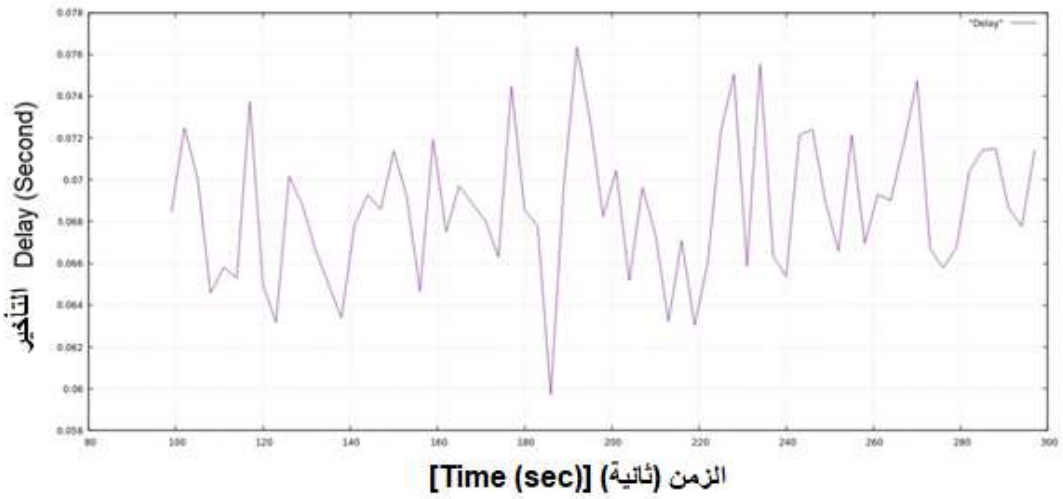
نلاحظ من الشكل (12) أنه عند الثانية 100 كان عدد الرزم المستقبلة من مركز المراقبة نفسه عدد الرزم المرسلة من قبل الحساسات، ولكن مع مرور الزمن بدأ عدد الرزم المستقبلة بالانخفاض.



الشكل 13: عدد الرزم المرسلة – المستقبلة في الثانية (packet/sec) sent–received packet

بملاحظة الرسوم البيانية في السيناريو الأول سيتبين وجود ضياع كبير في الرزم حيث بلغ عدد الرزم المرسلة 3266 رزمة بينما كان عدد الرزم المستقبلة 3181 رزمة ومعدل تسليم الرزم قدره % 97.397 وهذا سوف يؤدي إلى ضياع

قدره 3% وهذه نسبة غير مقبولة بالنسبة للتطبيق وهذا الضياع ناتج عن كمية البيانات الكبيرة التي تقوم البوابة بمعالجتها وتحويلها وإرسالها إلى عقدة المراقبة.



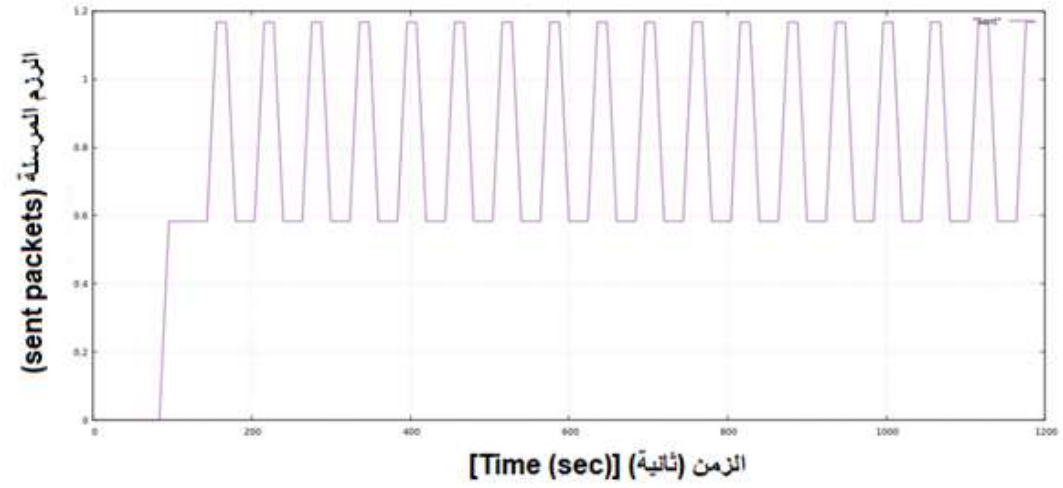
الشكل 14: التأخير في الثانية

بملاحظة الرسم البياني للتأخير نجد أن متوسط التأخير قدره 0.0686 ثانية وهي نسبة مقبولة.

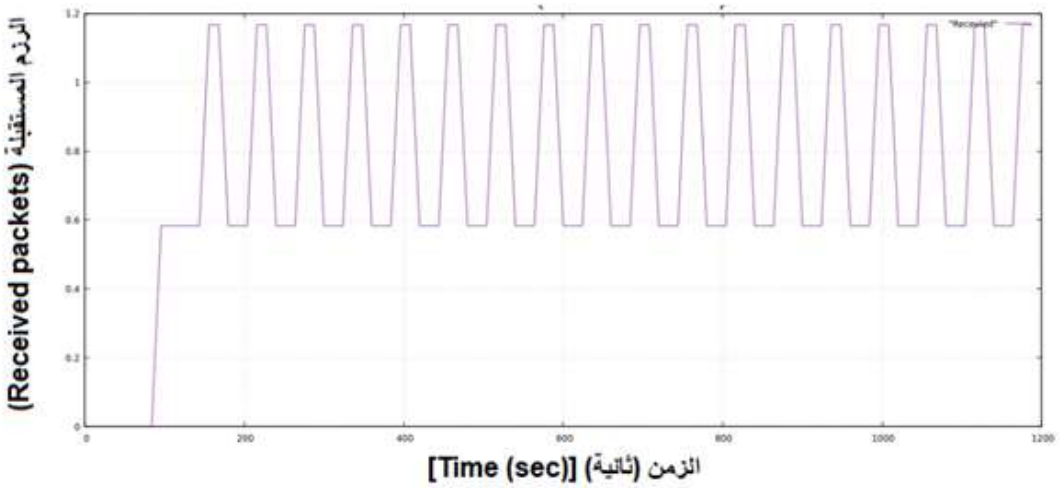
2- السيناريو الثاني:

بعد تشغيل المحاكاة سنحصل على النتائج الخاصة بمعدل تسليم الرزم والضياع و التأخير.

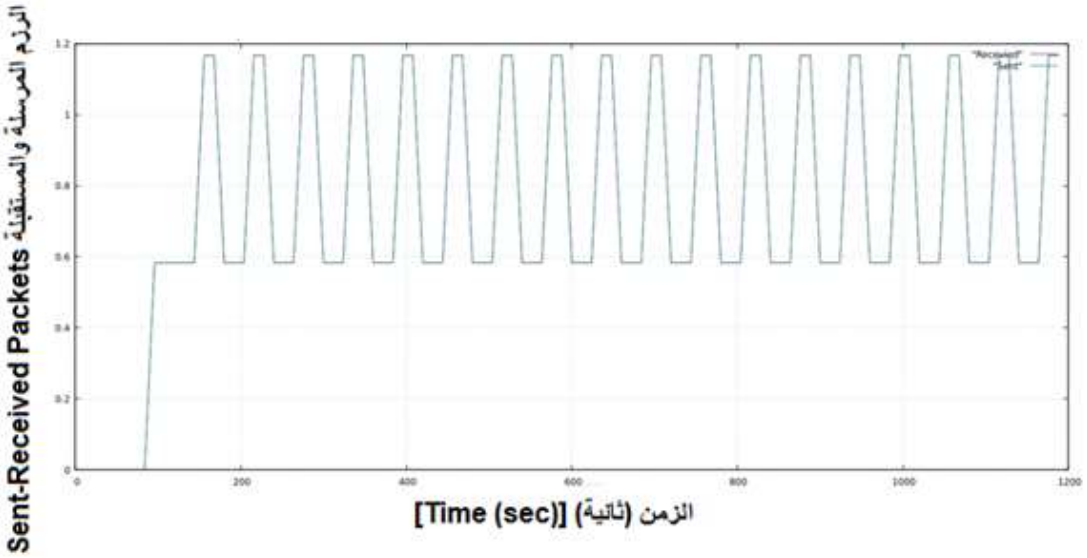
من أجل تقليل معدل ضياع الرزم تم اقتراح حل يعتمد على جعل كل مجموعة من الحساسات ترسل بياناتها بتأخير عن المجموعات الأخرى حيث ضمت كل مجموعة عدد حساسات قدره 7 حساسات وبمعدل تأخير قدره 20 ثانية عن بعضها البعض.



الشكل 18: عدد الرزم المرسلة في الثانية (Packet/Second)

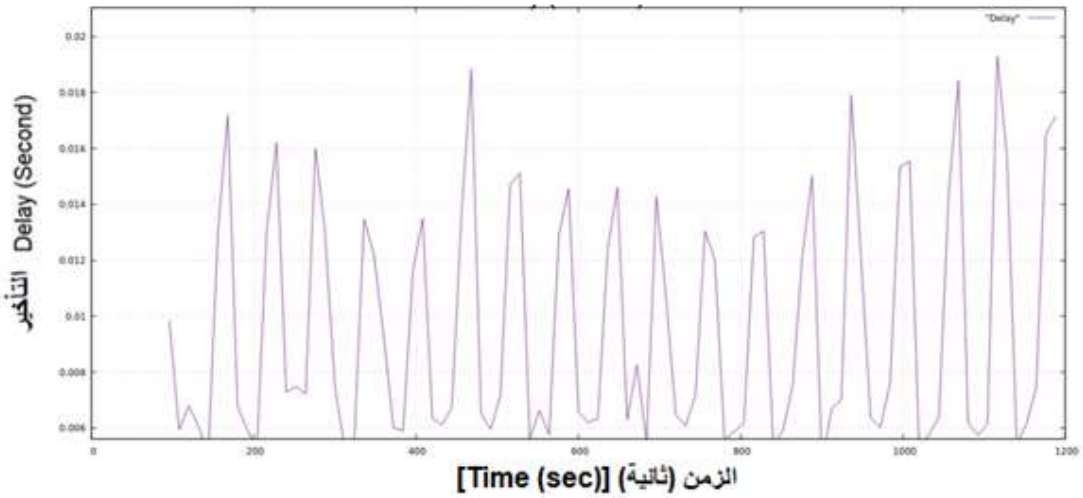


الشكل 19: عدد الرزم المستقبلة في الثانية (Packet/Second)



الشكل 20: عدد الرزم المرسلة – المستقبلة في الثانية (packet/sec) sent-received packet

بملاحظة الرسوم البيانية تبين عدم وجود ضياع في الرزم حيث بلغ عدد الرزم المرسلة 74 رزمة بينما كان عدد الرزم المستقبلة 74 رزمة وبمعدل تسليم رزم قدره 100% وهذا سوف يؤدي إلى ضياع قدره 0% وهذا مناسب لعمل التطبيق وانعدام الضياع سببه تخفيف الحمل عن البوابة وذلك من خلال تقليل عدد الحساسات التي ترسل في الوقت نفسه وهذا يؤدي بدوره إلى تقليل الحمل على البوابة.

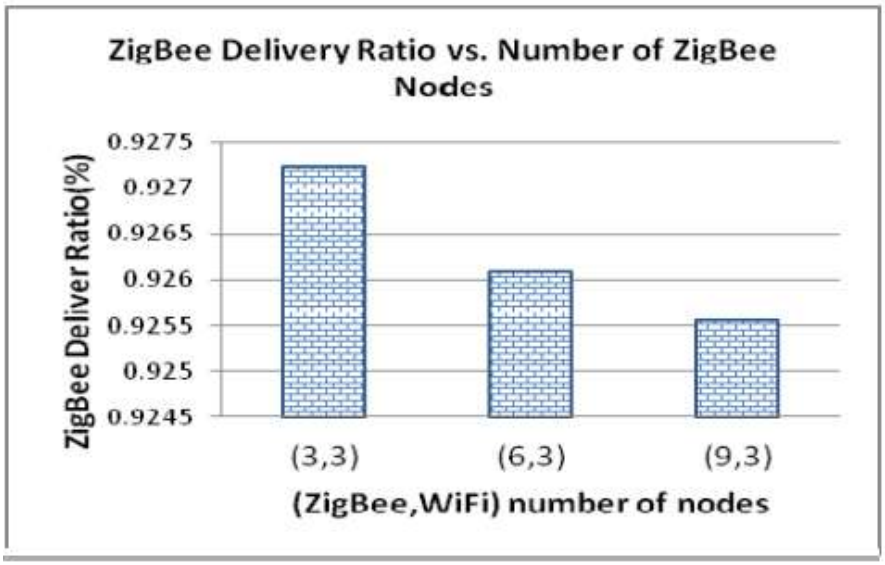


الشكل 21: التأخير في الثانية

بملاحظة الرسم البياني للتأخير نجد أن متوسط التأخير قدره 0.0094 ثانية وهي نسبة مقبولة وبالمقارنة مع السيناريو الأول تبين أن التأخير تحسن بنسبة 5.92%.

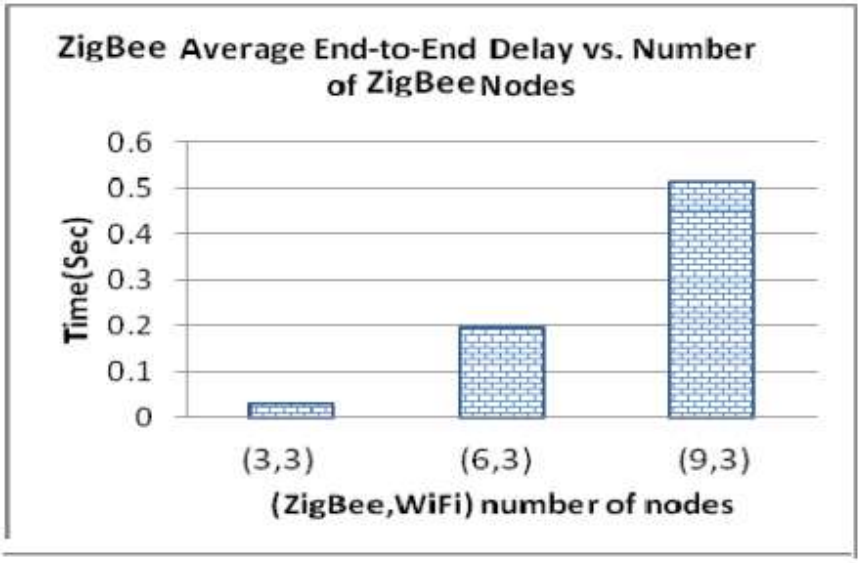
بالمقارنة مع الدراسة [8] نجد أنه بالنسبة لمعدل تسليم الرزم:

الشكل التالي يعرض نتائج معدل توصيل ZigBee لثلاث عقد WiFi مع عدد مختلف من عقد ZigBee 3,6,9 عقد. نظراً لأنه تم تثبيت عدد عقد WiFi ، يتم تقديم نفس التأثير في الحالات الثلاث 3,6,9 من عقدة ZigBee ، وبالتالي فإن نسبة التسليم لها تأثير ضئيل للغاية كما هو موضح في الحالات الثلاث.



الشكل 22: معدل تسليم الرزم بالنسبة لعدد العقد

أما بالنسبة للتأخير نجد أن متوسط التأخير يأخذ من السلوك العكسي ، أي أن عدد العقد يزيد من التأخير. ونتيجة لذلك، تزداد الطاقة المستهلكة.



الشكل 23: التأخير بالنسبة لعدد العقد

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

قمنا في هذا البحث بدراسة وتحليل أداء البوابة المقترحة ومقارنة الأداء مع دراسة سابقة بهدف تحديد السيناريو الأفضل للعمل من ناحية معدل تسليم الرزم الأكبر. وأثبتنا من خلال نتائج المحاكاة باستخدام بيئة المحاكاة NS3 ما يلي:

- انخفاض عدد الرزم الضائعة عند تطبيق البوابة المقترحة حيث أنه تم تحسين معدل تسليم الرزم بنسبة 4.847% باستخدام عدد عقد كبير ، وبنسبة 7.28% باستخدام عدد عقد قليل.
- ظهور فرق واضح عند دراسة بارامتر التأخير حيث أظهرت النتائج فرق يصل إلى44.14% عند استخدام عدد عقد كبير، وبنسبة 1.06% عند عدد العقد الصغير.

التوصيات:

بملاحظة نتائج المحاكاة نجد أن البوابة تقوم بالتحويل بشكل جيد بين بروتوكولي ZIGBEE و WIFI وذلك بدون وجود أي ضياع للرزم المنتقلة بين الشبكتين في السيناريو الثاني مع تأخير زمني مقبول وهذا بدوره يجعل البوابة مناسبة للعمل في تطبيقات شبكات الحساسات اللاسلكية الحساسة للزمن.

أما بالنسبة للضياعات الكبيرة في حال كان عدد الحساسات كبير فيوجد عدة حلول من أجل التخفيف في عملية المعالجة التي تقوم بها البوابة وقد ذكرنا أحد الحلول في السيناريو الثاني وكانت النتائج مقبولة.

تصميم البوابة يعتمد على تصميم برمجي ومن خلال البيئة التي يوفرها برنامج NS3 بكونه مفتوح المصدر سيتم تضمين التطبيق البرمجي للبوابة ضمن مكتبات المحاكي وذلك من أجل جعل المطورين قادرين على تطوير هذه البوابة بجعلها تدعم أنواع مختلفة من بروتوكولات شبكات الحساسات اللاسلكية بالنسبة للطبقات الثلاث الأولى في النموذج الطبقي.

References:

[1] Ergen,S. C. " Zigbee/IEEE 802.15.4 Summary",37,2004.

[2] Kinney,P." Zigbee Technology: Wireless Control that Simply Works" *EMagazine Volume 8 Issue* 5 Oct / Nov 03,2003.

[3] FERRO,E.;POTORTÌ,F. " BLUETOOTH AND WI-FI WIRELESS PROTOCOLS", *IEEE Wireless Communications magazine*,2004 IEEE,2004.

[4] Wenbo, Y. Quanyu, W. Zhenwei ,G.," Smart Home Implementation Based on Internet and WIFI Technology" *Proceedings of the 34th Chinese Control Conference July* 28-30, 2015, Hangzhou, China,49,2015.

[5] L;YI." A "Transmission Time Reservation" method in a Wireless Lighting Control System",*Telecommunication group Department of Electrical Engineering Faculty, EEMCS, Delft University of Technology Delft*, the Netherlands,2014.

[6] Y;KIM,L;SEUNGSEOB,L;SUKYOUNG." Coexistence of ZigBee-based WBAN and WiFi for Health Telemonitoring Systems", *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*,2013 IEEE,2013.

[7] N;EKO." ZigBee and Wifi Network Interface on Wireless Sensor Networks" *Makassar International Conference on Electrical Engineering and Infonnatics (MICEEI*) Makassar Golden Hotel, Makassar, South Sulawesi, Indonesia 26-30 November, 2014.

[8] Mardini,w; Khamayseh,y; Jaradatand,R; Hijjawi,R." Interference Problem between ZigBee and WiFi", *Computer Science Department, Jordan University of Science and Technology*, Irbid 22110 Jordan,2012.

[9] LI,CH;DONG,K;JIN,F;" Design of Smart Home Monitoring and Control System Based on Zigbee and WIFI",*Proceedings of the 38th Chinese Control Conference July 27-30, 2019*, Guangzhou, China,2019.

[10] Nugur,A. ; Pipattanasomporn,M.; Kuzlu,M.," Design and Development of an IoT Gateway for Smart Building Applications",*IEEE Internet of Things Journal*, 2018 IEEE,2018.

[11] Vivek,G.V.;Sunil,M.P.," ENABLING IOT SERVICES USING WIFI - ZIGBEE GATEWAY FOR A HOME AUTOMATION SYSTEM",*IEEE International Conference on Research in Compotional Inteligence and Communication Networks,* 2015 IEEE,2015.

[12] ns-3 project." ns-3 Tutorial, Release ns-3.26",125

[13] Dr. Khalifeh, Jamal., "Improving the performance of wireless medical sensors networks monitoring the patient in the health care wards:, *Tishreen University Journal for Research and Scientifics Studies – Engineering Sciences* Vol. (37) No.(2) 2015.

[14] Dr. Khalifeh, Jamal.; Srour, Ziad. " Performance improvement of randomly deployed fixed wireless sensor networks in target detecting and tracking", :, *Tishreen University Journal for Research and Scientifics Studies – Engineering Sciences* Vol. (37) No.(3) 2015.