

**Ministry of Higher Education
& Scientific Research
University of Mosul
College of Engineering
Computer Engineering Department**



Investigation of Hidden Node Problem in Wireless Sensor Networks (WSNs) Using Media Access Control (MAC) Protocols

A Dissertation Submitted

By

Kaeed Ketab Kaeed

To

The Council of the College of Engineering
University of Mosul
As a Partial Fulfillment of the Requirements
For the Degree of Master of Science in
Computer Engineering

Supervised By

Assist. Prof. Dr. Salah Abdulghani Jaro

2021 A.D.

1442 A.H.

Abstract

Wireless sensor network (WSNs) is one of the most important and fast growing wireless networks. However, it faces real challenges with energy conservation. There are different reasons to consume energy such as idle listening, overhearing, control packet overhead and collisions. Hidden node problem is the main cause for network collisions and heavily degrade the network performance overall. In addition, throughput degradation and delay time to successfully send data were increased. MAC layer is mainly responsible for accessing transmission channel, so that with good channel access mechanism, hidden node problem could be avoided.

This dissertation focus on studying the effects of hidden node problem on the WSN performance, using four different MAC protocols (IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, SMAC and TDMA) and six performance metrics, Throughput, Goodput, PDR, Average delay, Residual energy, and first and last dead node. Sixteen different scenarios were implemented with variable network size and variable field distance to conclude which is the best number of nodes to be used depending on a specific field distance and performance metrics requirements.

NS2 were used as network simulator with Linux Ubuntu 18.04 as operating system to construct and run the proposed scenarios. Each scenario was repeated five times with same configuration and different node dissemination to maintain the reliability of results. The results were analyzed with graphical view. Also, the used MAC protocols results were compared with graphical view for ease of analyzing.

Some results to mention, When field distance was ($250 \times 250 \text{ m}^2$) and 25 node randomly disseminated in it, IEEE 802.11 MAC protocol gave the best throughput with (168.9074 Kbps), Goodput with (128.694 Kbps) also gave the lowest average delay with (5.99761 ms), while PDR is shared with TDMA and SMAC protocol with (0.9998572), (1) and (0.9559106) respectively. When field distance was ($1000 \times 1000 \text{ m}^2$) and number of nodes (100) TDMA protocol gave the best PDR with (0.25111) and low rates for other protocols due to the hidden node problem and the collisions it cause.

المُلخَص

شبكات التحسس اللاسلكية (wireless sensor networks(WSNs)) هي واحدة من اهم واسرع الشبكات النامية في المجال اللاسلكي. لكن هذه الشبكات كانت وما زالت تواجه مشاكل حقيقية في حفظ الطاقة. وهناك الكثير من الاسباب المختلفة التي تؤدي الى استهلاك الطاقة نذكر منها التنصت الساكن (Idle Listening) والاستماع العاطل (Overhearing) و رسائل السيطرة من اجل انشاء اتصال موثوق (Control Packet Overhead) و التصادم (Collision). علماً ان مشكلة العقدة المخفية (Hidden Node Problem) هي المشكلة الاساسية والسبب الرئيسي للتصادم في الشبكة اللاسلكية وبشكل عام فإنها تؤدي الى تردي كبير في اداء الشبكة اللاسلكية، حيث ان طبقة (MAC Layer) هي المسؤول الرئيسي للدخول الى قناة الارسال من عدمه، ولهذا فإن الميكانيكية الجيدة للدخول الى قناة الارسال تؤدي الى تجنب مشكلة العقدة المخفية.

تركز هذه الرسالة على دراسة تأثيرات العقدة المخفية على اداء شبكات التحسس اللاسلكية باستخدام اربعة بروتوكولات مختلفة لطبقة (MAC Layer) وهم (IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, SMAC and TDMA)، وستة مقاييس مختلفة لتقييم اداء الشبكة وهي الانتاجية (Throughput)، نسبة التوصيل الناجح للبيانات المرسله (PDR)، البيانات الحقيقية المستلمة خلال وقت معين (Goodput)، معدل التأخير (Average Delay)، مقدار الطاقة

المتبقية في الشبكة (Residual Energy) و اول واخر عقدة ميتة في الشبكة (First and Last Dead Node).

كما وتم تطبيق ستة عشر سيناريو مختلف من حيث عدد العقد في الشبكة و مساحة الحقل المطلوب مراقبته من اجل معرفة ما هو العدد الافضل للعقد الذي بالامكان نشره في مساحة حقل مراقبة محددة ومقاييس اداء محددة ايضاً.

تم استخدام الاصدار الثاني من محاكي الشبكات (NS2) من اجل تصميم وتنفيذ السيناريوهات المقترحة، حيث تم تثبيته على نظام اللينكس ذو التوزيع اوبنتو (18.04). تم تكرار تنفيذ كل سيناريو مقترح خمس مرات بإعدادات ثابتة ولكن مع نشر عشوائي للاعضاء في كل تكرار من اجل الحصول على نتائج موثوقة.

تم تحليل النتائج المستخرجة باستخدام الجداول والاشكال الرسومية وتمت مقارنة النتائج للبروتوكولات المستخدمة مع بعضها البعض وذلك ايضاً باستخدام الجداول والاشكال الرسومية من اجل سهولة التحليل.

نذكر بعض النتائج عندما كانت مساحة الحقل ($250 \times 250 \text{ m}^2$) وعدد العقد الموزعة عشوائياً فيه (25) بروتوكول ال IEEE 802.11 اعطى افضل انتاجية بمقدار (168.9074 Kbps) . وعندما كانت مساحة الحقل ($1000 \times 1000 \text{ m}^2$) وعدد العقد الموزعة عشوائياً هو (100) بروتوكول ال TDMA اعطى افضل نسبة للتوصيل الناجح للبيانات المرسله وبمقدار (0.25111)



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الموصل

كلية الهندسة

قسم هندسة الحاسوب

التحقيق في مشكلة العقدة المخفية في شبكات الاستشعار
اللاسلكية
بإستخدام بروتوكولات التحكم في الوصول الى الوسائط

رسالة تقدم بها

قائد كتاب كايد

إلى

مجلس كلية الهندسة في جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في هندسة الحاسوب

بإشراف

أ. م. د. صلاح عبد الغني جارو