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

Designing a Reliable and Energy Efficient Cross-Layer Protocol for Wireless Sensor Networks

A Dissertation Submitted
By

Sukaina Shukur Mahmood

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

Asst. Prof. Dr. Salah Abdulghani

2020 A.D. **1442 A.H.**

Abstract

Due to the energy scarcity that the wireless sensor networks currently face, many reliable and energy-efficient protocols have been developed and proposed in different layers, especially in the data link and network layers. Since these protocols address the reasons for energy loss in one layer and neglect the treatment of energy loss in other layers, each layer of the Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) model has its own functionality and has no control over the other layers. Therefore, the need for a cross-layer protocol appeared.

In this dissertation, the adaptive slotted ALOHA based p-persistent CSMA MAC protocol for the data link layer, and the enhance energy conservation based on residual energy and distance (EECRED) routing protocol for the network layer were proposed to minimize the probability of collisions , selecting the correct nodes to operate as a router, in addition to use multi-hop techniques. The two proposals were combined by designing a cross-layer protocol to address the energy consumption in more than one layer at the same time. Furthermore, the influence of static distribution and random distribution has been studied.

A simulation models using MATLAB was used to evaluate the performance and efficiency of the proposed protocols. The simulation results show that the improvement rate for the proposed adaptive slotted ALOHA based p-persistent CSMA MAC protocol was 95%, 95%, 96.88%, 99.82%, and 99.77% compared to pure ALOHA, slotted ALOHA, p-persistent CSMA, S-MAC, and T-MAC protocols

respectively in terms of the number of alive nodes. The improvement rate for the proposed enhance energy conservation based on residual energy and distance was 50%, 39.76%, 50%, and 83.64% compared to LEACH, LEACH-C, PC-LEACH, and EMRCR protocols respectively in terms of number of alive nodes. Finally, the improvement rate for the proposed cross-layer design was 71%, 45%, 53%, and 37% compared to proposed EECRED, FAMACRO, FAMAROW, and fuzzy cross-layer LEACH protocols respectively in terms of the number of alive nodes.

المُلخص

نظراً لندرة الطاقة التي تواجهها شبكات الاستشعار اللاسلكية (Wireless Sensor Networks (WSNs)) ، فقد تم تطوير واقتراح العديد من البروتوكولات الموفرة للطاقة في طبقات مختلفة، خاصة في طبقة التحكم بالوصول الى الوسط (Medium Access Control layer) وطبقة الشبكة (Network layer). نظرًا لأن هذه البروتوكولات تعالج أسباب فقدان الطاقة في طبقة واحدة وتهمل معالجة فقدان الطاقة في الطبقات الأخرى ، فإن كل طبقة من نموذج بروتوكول التحكم في الإرسال / بروتوكول الإنترنت (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol (TCP/IP)) لها وظائفها الخاصة ولا تتحكم في الطبقات الأخرى. لذلك، ظهرت الحاجة إلى تصميم بروتوكول الطبقات المتقاطعة.

في هذه الرسالة، تم اقتراح بروتوكول (adaptive slotted ALOHA based p-persistent CSMA MAC protocol) في طبقة التحكم بالوصول الى الوسط، ثم اقتراح بروتوكول توجيه (enhance energy conservation based on residual energy and distance (EECRED) في طبقة الشبكة لتقليل احتمالية التصادم ، اختيار العقد الصحيحة للعمل كموجه، بالإضافة إلى استخدام تقنيات القفزات المتعددة. بعد ذلك تم دمج الاقتراحين من خلال تصميم بروتوكول الطبقات المتقاطعة لتقليل استهلاك الطاقة في أكثر من طبقة واحدة في نفس الوقت. علاوة على ذلك، تمت دراسة تأثير التوزيع الثابت والتوزيع العشوائي للعقد.

تم استخدام محاكاة MATLAB لتقييم أداء وكفاءة البروتوكولات المقترحة. أظهرت نتائج المحاكاة أن معدل التحسين لبروتوكول طبقة التحكم بالوصول الى الوسط المقترح

95٪، 95٪، 96,88٪ ، 99,82٪، و 99,77٪ مقارنةً ببروتوكولات pure ALOHA، slotted ALOHA، p-persistent CSMA، S-MAC، وT-MAC على التوالي من حيث عدد العقد الحية. كان معدل التحسين لبروتوكول طبقة الشبكة المقترح 50٪، 39,76٪، 50٪، و83.64٪ مقارنة ببروتوكولات LEACH، LEACH-C، PC-LEACH، و EMRCR على التوالي من حيث عدد العقد الحية . أخيراً، كان معدل التحسين لبروتوكول الطبقات المتقاطعة المقترح 71٪، 45٪، 53٪، و37٪ مقارنةً ببروتوكولات EECRED، FAMACRO، FAMAROW و LEACH على التوالي من حيث عدد العقد الحية.

تصميم بروتوكول الطبقات المتقاطعة ذو وثوقية وطاقة كفوءة لشبكات المتحسسات اللاسلكية

رسالة تقدمت بها

سكينة شكر محمود

الى

مجلس كلية الهندسة

جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير

في هندسة الحاسوب

بإشراف

أ. م. د. صلاح عبدالغني

2020 م **1442 هـ**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية الهندسة
قسم هندسة الحاسوب

تصميم بروتوكول الطبقات المتقاطعة ذو وثوقية وطاقة كفوءة لشبكات المتحسسات اللاسلكية

رسالة تقدمت بها

سكينة شكر محمود

الى

مجلس كلية الهندسة

جامعة الموصل

كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في هندسة الحاسوب

بإشراف

أ. م. د. صلاح عبدالغني

2020 م **1442 هـ**