University of Mosul

College of Engineering

Routing Protocol Performance Enhancement of Wireless Body Area Networks for Healthcare Applications

Sara Raed Abd Hamood

A Ph.D. Thesis in

Computer Engineering / Computer Networks

Supervised by

Assistant Professor Dr. Salah Abdulghani Jaro

2022 A.D. 1444 A.H.

Abstract

Currently, with the emergence of epidemic diseases such as COVID-19 and because of the important services provided by the Wireless Body Area Networks (WBAN) in the field of health care. Therefore, WBANs need to provide a stringent Quality of Service (QoS) when monitoring patients. This is critical because WBANs transmit critical data, and any data loss or transmission delay can pose a life-threatening to the patient. Researchers have always seen that protocol choice greatly impacts all QoS requirements in WBANs. Recently, many energy-effective routing protocol approaches have been suggested for WBANs; however, the significant feature in terms of stability and energy in these solutions has not been sufficiently addressed. Furthermore, balancing the traffic load among sensor nodes is also highly required to increase network stability and lifetime.

In this thesis, three routing protocols have been proposed, named Control Packet Aware On-Demand Routing (CPAOR) protocol for large number patient monitoring, Stable and Balance Energy Routing (SBER) protocol and Hot-Spot Aware Multi-cost based Energy-efficient Routing (H-SAMER) protocol for single patient monitoring.

The CPAOR protocol decreases the number of control packets and adds awareness to the transmission of control packets, which can extend the network lifetime. The CPAOR protocol demonstrates an improvement of 70.9% compared with the DMQoS, ORACE-Net, and DLQoS protocols in terms of energy consumption.

Furthermore, the SBER proposed protocol improves the stability period and manages the limited power of the WBANs network

efficiently. SBER consists of two key solutions contained, the next-hop node selecting and adding cost value to the transmission of control packets techniques. The SBER protocol takes features characteristics of the classical reactive technique of the AODV routing to improve the stability period time and increase the overall network lifetime. The average improvements rate of the SBER in terms of network residual energy over ERRS, M-ATTEMPT, and SIMPL protocols are 35%, 52%, and 100% respectively, which indicates that SBER is a more effective and reliable approach for this type of network constraint in terms of energy-saving and stability period.

Additionally, the third suggested protocol H-SAMER used multi effective cost function for next-hop node selection based on the data type. Where the patient's data are classified into three classes: normal data, on-demand data, and emergency data. Also, the H-SAMER protocol adds awareness to the transmission of control packets by adding the cost value to the control packets. Thus, the simulation scenario shows that the H-SAMER saves energy 8.57%, 88%, 98%, 97%, and 100% greater than E-HARP, EH-RCP, CO-LAEEBA, EECBSR, and ELR-W respectively.

جامعــة الموصـــل

كليـــة الهندســـة

تحسين أداء بروتوكول التوجيه لشبكات منطقة الجسم اللاسلكية لتطبيقات الرعاية الصحية

سارة رائد عبد حمود

اطروحة دكتوراه فلسفة في

هندسة الحاسوب / شبكات الحاسوب

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتور

صلاح عبدالغني جارو

1444 هـ

2022 م

المُلخص

حاليا ، مع ظهور الأمراض الوبائية مثل (COVID-19) وبسبب الخدمات المهمة التي تقدمها شبكات الجسم اللاسلكية في مجال الرعاية الصحية. لذلك, تحتاج شبكات الجسم اللاسلكية الى توفير جودة خدمة عالية عند مراقبة المرضى. هذا أمر بالغ الأهمية لأن شبكات الجسم اللاسلكية تنقل بيانات هامة ، وأي فقدان للبيانات أو تأخير في الإرسال يمكن أن يشكل تهديدًا على حياة المريض. لطالما رأى الباحثون أن اختيار البروتوكول يؤثر بشكل كبير على جميع متطلبات جودة الخدمة في شبكات الجسم اللاسلكية. في السنوات الأخيرة ، تم اقتراح العديد من خوارزميات بروتوكولات التوجيه في استخدام الطاقة لشبكات الجسم اللاسلكية ؛ ومع ذلك ، فإن السمة المهمة من حيث الاستقرار والطاقة في هذه الحلول لم يتم تناولها بشكل فعال. علاوة على ذلك ، فإن موازنة حمل حركة المرور بين عقد أجهزة الاستشعار لم يتم اخذها في الاعتبار بطريقة فعالة لأنها تؤثر بشكل كبير على استقرار الشبكة وعمرها.

في هذه الأطروحة ، تم اقتراح ثلاثة بروتوكولات توجيه تسمى بروتوكول (CPAOR) لمراقبة عدد كبير من المرضى ، وبروتوكول (SBER)، و بروتوكول التوجيه الفعال (H−SAMER) لمراقبة مريض واحد. يقلل بروتوكول (CPAOR) المقترح من عدد حزم التحكم ويضيف الوعي إلى إرسال حزم التحكم ، والتي يمكن أن تطيل عمر الشبكة. يوضح بروتوكول (CPAOR) تحسنًا بنسبة 70.9٪ مقارنة ببروتوكولات (DMQoS) و (ORACE-Net) و (DLQoS) من حيث استهلاك الطاقة. علاوة على ذلك ، يعمل بروتوكول (SBER) المقترح على تحسين فترة الاستقرار وإدارة الطاقة المحدودة لشبكة الجسم اللاسلكية بكفاءة. يتكون (SBER) من حلين رئيسيين متضمنين ، اختيار عقدة الخطوة التالية

وإضافة قيمة الكلفة إلى تقنيات إرسال حزم التحكم. يأخذ بروتوكول (SBER) المقترح خصائص الأسلوب التفاعلي الكلاسيكي لبروتوكول التوجيه (AODV) لتحسين فترة الاستقرار ، وزيادة العمر الإجمالي للشبكة. متوسط معدل التحسينات لبروتوكول (SBER) من حيث الطاقة المتبقية للشبكة عند المقارنة مع بروتوكولات (ERRS) و (M-ATTEMPT) و (SIMPL) هي 35٪ و 52٪ و 100٪ على التوالي ، مما يشير إلى أن (SBER) هو بروتوكول أكثر فعالية وموثوقية لهذا النوع من الشبكات من حيث توفير الطاقة وفترة الاستقرار. بالإضافة إلى ذلك ، استخدم البروتوكول المقترح الثالث (H-SAMER) دوال متعددة لاختيار عقدة الخطوة التالية بالاعتماد على نوع البيانات. حيث يتم تصنيف بيانات المريض إلى ثلاث فئات: البيانات العادية ، والبيانات عند الطلب ، وبيانات الطوارئ. وبالتالي ، تُظهر نتائج المحاكاة أن (H-SAMER) بروتوكول يوفر طاقة 8.57٪ و 88٪ و 98٪ و 97٪ و 100٪ عند المقارنة مع (E-HARP) و (EH-RCP) و (CO-LAEEBA) و (EECBSR) و (ELR-W) على التوالي.