

بروتوكول نشر فعال لضمان التواصل والتغطية في شبكة المستشعرات النانوية اللاسلكية

أماني صالح بامقابل

اسم المشرف على الرسالة

د سوسن محفوظ /

الملخص

شهد عالمنا العديد من التطورات في العديد من المجالات المختلفة على مر القرون. كانت فكرة صناعة أجهزة بحجم النانو والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، لعلاج الأمراض وحل المشكلات ، مجرد خيال نقي حتى السنوات الأخيرة. اليوم ، تم إجراء العديد من الأبحاث والدراسات للمساعدة في إيصال تكنولوجيا النانو إلى الواقع.

من بين العديد من الأجهزة النانوية ، أصبحت المستشعرات النانوية محور العديد من الدراسات والبحوث. باستخدام المستشعرات النانوية ، يمكن اختراع العديد من التطبيقات الجديدة وتنفيذها. ومع ذلك ، لكي تتمكن شبكة المستشعرات النانوية من تحقيق أهداف ومهام تطبيقها، يجب إعداد الشبكة بشكل مناسب وفعال أثناء مرحلة النشر. يجب أن يضمن بروتوكول النشر الجيد لشبكة المستشعرات النانوية اتصالاً متواصلاً بين المستشعرات لمنع تكوين أقسام متقطعة في الشبكة حيث أن مجموعة من المستشعرات غير قادرة على إيصال معلوماتها للعالم الخارجي، وتغطية كافية للمنطقة المستهدفة لمنع إنشاء ثغوب حيث لا يتم جمع المعلومات الخاصة بجزء من المنطقة المستهدفة. وأخيراً ، يجب ضمان انخفاض استهلاك الطاقة لمراعاة الطاقة المحدودة للمستشعرات النانوية. علاوة على ذلك، يجب أن يأخذ بروتوكول النشر الجيد في عين الاعتبار قدرات وقيود المستشعرات النانوية المحدودة.

نظرًا لقيود المستشعرات النانوية، أثبتت الأبحاث أن الترددات الأنسب للتواصل بين المستشعرات النانوية هي ترددات التيراهيرتز. يعاني نطاق التيراهيرتز من بعض التحديات مثل المعدل العالي لفقدان المعلومات والتي تتأثر بنوع وتركيز الجزيئات الموجودة في بيئة التواصل، مسافة التواصل ونطاق الإرسال. تمثل خصائص التيراهيرتز والقدرات المحدودة للمستشعرات النانوية التحديات الرئيسية التي تواجه نشر شبكة المستشعرات النانوية.

في هذه الأطروحة ، نأخذ بعين الاعتبار قيود المستشعرات النانوية من خلال دراسة استراتيجيات النشر المختلفة المقترحة لشبكة المستشعرات النانوية وتحديد الاختلافات بين نشر شبكة المستشعرات اللاسلكية و شبكة المستشعرات النانوية. وبالتالي ، نحدد السمات المختلفة التي تؤثر على نشر شبكة المستشعرات النانوية من مسافة التواصل بين المستشعرات النانوية ونوع الجزيئات المتواجدة في بيئة التواصل. نحن ندرك أن فقدان الاتصال بين المستشعرات النانوية قد يتسبب في فقدان المعلومات التي تم جمعها بواسطة المستشعرات النانوية بغض النظر عن مدى جودة أداء المستشعرات النانوية لمهامهم. لذلك، فإن هدفنا الرئيسي هو ضمان الاتصال المستمر بين المستشعرات النانوية خلال عملية النشر من خلال دراسة عدة نماذج لتركيز بخار الماء في بيئة التواصل. للقيام بذلك ، نحدد المسافة الأكثر ملاءمة بين المستشعرات النانوية التي يضمن فيها استقبال الجهاز المتحكم للحزم المرسله بنجاح. لذلك، باستخدام الماتلاب ، نحسب طاقة إشارة التيراهيرتز المستقبلية لمجموعة من المسافات المختلفة مع مراعاة تأثير الجزيئات والمسافة والتردد على قوة إشارة تيراهيرتز. ثم قمنا باقتراح بروتوكول نشر يعتمد على المسافة المحسوبة. يتم تنفيذ بروتوكول النشر هذا من قبل الجهاز المتحكم عند بداية نشر المستشعرات النانوية ، حتى يصل كل مستشعر إلى موقعه النهائي. وبناءً على هذا النشر، تم إقتراح آلية لإرسال الحزم إلى الجهاز المتحكم. توجه آلية الإرسال الحزم إلى المستشعر الأقرب إلى الجهاز المتحكم فقط.

قمنا بتقييم أداء بروتوكول النشر المقترح الخاص بنا مقابل النشر العشوائي لشبكة المستشعرات النانوية باستخدام تيراسيم. لقد استنتجنا أن بروتوكول النشر المقترح الخاص بنا قادر على نشر شبكة المستشعرات النانوية بأداء جيد من حيث إنتاجية الشبكة ، وانخفاض استهلاك الطاقة وضمان الاتصال المستمر بين جميع المستشعرات النانوية و الجهاز المتحكم.

Efficient Deployment Protocol to Ensure Coverage and Connectivity in Wireless Nanosensors Network

Amani Saleh Bamuqabel

**Supervised By
Dr. Saoucene Mahfoudh**

Our world has witnessed many advancements in many different fields throughout the centuries. The concept of creating nano devices that can't be seen by the naked eye, to cure diseases and solve problems was considered a pure fiction up until recent years. Today, many researches and studies are being conducted to help bring nanotechnology into reality.

Among many Nanodevices, Nanosensors have become the focus of many studies and researches. With the use of Nanosensors, many new applications can be invented and executed. Nonetheless, in order for the wireless nanosensors network (WNSN) to be capable of accomplishing the goals and missions of the application, the network must be setup appropriately and efficiently during the deployment stage. A good deployment protocol for WNSN has to guarantee a continuous connectivity between Nanosensors to prevent the creation of partitions in the network, a sufficient coverage for the target area to prevent the creation of holes where the information about a part of the target area is not collected. Finally, a reduced energy consumption to consider the limited power of Nanosensors should be ensured. Furthermore, a good deployment protocol has to take into account Nanosensors limited capabilities and constraints.

Due to Nanosensors constraints, researches proved that the most appropriate signal for Nanosensors communications is the Terahertz signal. The Terahertz band has some unique peculiarities such as the high propagation loss impacted by the mediums' molecules composition which effects the distance of the communication and the transmission range. The combination of the Terahertz peculiarities and the limited capabilities of Nanosensors represent the main challenges facing the deployment of WNSN.

In this thesis, we account for Nanosensors constraints by studying the different deployment strategies proposed for WNSN and identifying the differences between the deployment of wireless sensor network (WSN) and WNSN. Consequently, we identify the different attributes that impact the deployment of

WNSN from the distance between the communicating Nanosensors to the molecules composition of the deployment medium. We recognize that losing the connectivity between Nanosensors will cause the loss of the information collected by Nanosensors regardless of how well Nanosensors performed their tasks. Therefore, our main target is to ensure the continuous connectivity between Nanosensors during the deployment process by studying different water vapor concentrations in the deployment medium. To do that, we identify the most convenient distance between Nanosensors in which the successful reception of the packets at the Nanocontroller is guaranteed. For that, using MATLAB, we calculate the received power for a range of distances taking into account the effect of molecules, distance and frequency on the terahertz signal's power. Then, we propose a deployment protocol based on the computed distance. This deployment protocol is executed by the Nanocontroller when the mobility of NS is possible only at the beginning, until each NS reaches its final position dictated by the Nanocontroller. Based on this deployment, a forwarding mechanism for transmitting packets to the Nanocontroller is introduced. The forwarding mechanism limits packets forwarding to only the neighboring Nanosensors nearest to the Nanocontroller.

We evaluate the performance of our proposed deployment protocol against the random deployment of WNSN using TeraSim. We concluded that our proposed deployment protocol is able to deploy WNSN with a good performance in terms of the network's throughput, reduced energy consumption and ensured continuous connectivity between all Nanosensors and the Nanocontroller.