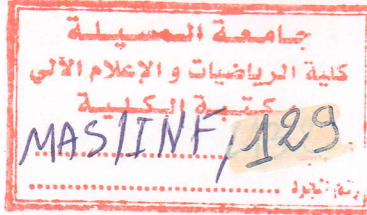


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



N° d'ordre :

UNIVERSITE DE M'SILA
FACULTE DES MATHEMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
Département informatique

MEMOIRE de fin d'étude
Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER
Domaine : Mathématiques et Informatique
Filière : Informatique
Spécialité : réseaux
Par: DJEDDAOUI Ali

SUJET

**Techniques de minimisation et conservation d'énergie dans
les réseaux de capteurs sans fils**

Soutenu publiquement le ://2014devant le jury composé de :

BouamamaSalim	Université de M'silaPrésident
SAYAD Lamri	Université de M'silaRapporteur
Sahraoui Mahmoud	Université de M'silaExamineur

Promotion 2013 /20 14

Table des matières

- Introduction général : 1
- CHAPITRE 1 3
- GENERALITES SUR LES RESEAUX DE CAPTEURS SANS FIL 3
 - 1.1 Introduction 3
 - 1.2 Aperçu historique sur la recherche sur les RCSFs: 4
 - 1.3 Réseaux de capteurs sans fil : 5
 - 1.3.1 Définition d'un capteur..... 5
 - 1.3.2 Un capteur intelligent 6
 - 1.3.3 Définition d'un réseau de capteur : 6
 - 1.4 Architecture et composants d'un capteur Sans fil: 6
 - 1.5 Architecture de communication d'un RCSF [9] : 8
 - 1.6 Les Standards dans les WSNs: 9
 - 1.7 Classification des RCSFs 9
 - 1.7.1 Selon le mode d'acquisition et de livraison des données au puits..... 9
 - 1.7.2 Selon la distance entre les nœuds capteurs et le puits 10
 - 1.7.3 Selon le modèle de mobilité dans le réseau 14
 - 1.7.4 Selon les capacités des nœuds du réseau 15
 - 1.8 Applications des RCSF..... 15
 - 1.8.1 Applications orientées temps..... 15
 - 1.8.2 Applications orientées événements 15
 - 1.8.3 Applications orientées requêtes 16
 - 1.8.4 Applications hybrides 16
 - 1.9 Pile protocolaire dans les réseaux de capteurs..... 16
 - 1.10 Contraintes de conception des RCSF 18
 - 1.11 Problématiques dans les RCSF 19
 - 1.11.1 Architectures logicielles et matérielles à très faible consommation..... 17
 - 1.11.2 Méthodes d'accès au canal et protocoles de routage 18
 - 1.11.3 Architectures logicielles des applications..... 19
 - 1.11.4 Architectures d'interconnexion 21
 - 1.11.5 Sécurité 21
 - 1.12 Conclusion..... 22

CHAPITRE 2

CONSUMMATION ET CONSERVATION D'ENERGIE DANS LES RCSF	23
2.1 Introduction	23
2.2 Consommation d'énergie dans les RCSF	28
2.2.1 Energie de capture	28
2.2.2 Energie de traitement.....	28
2.2.3 Energie de communication	28
2.3 Les causes de la surconsommation d'énergie dans un WSNs:	29
2.4 Modèle énergétique :	30
2.5 Modèle de consommation d'énergie d'après Heinzelman:	28
2.6 Facteurs intervenants dans la consommation d'énergie	29
2.6.1 Etat du module radio	29
2.6.2 Accès au medium de transmission.....	29
2.6.3 La retransmission.....	30
2.6.4 L'écoute active	30
2.6.5 La sur écoute.....	30
2.6.6 La surcharge	30
2.6.7 La surémission.....	30
2.6.8 La taille des paquets	31
2.6.9 Modèle de propagation radio.....	31
2.6.10 Routage des données	31
2.7 Notion de durée de vie d'un réseau.....	31
2.7.1 Durée de vie d'un réseau de capteurs	36
2.7.2 Durée de vie basée sur le nombre des capteurs vivants :.....	36
2.7.3 Durée de vie basée sur la connectivité :	36
2.7.4 Durée de vie basée sur la couverture :.....	37
2.8 Techniques de conservation de l'énergie :	37
2.8.1 Réveil cyclique (Duty-cycling)	38
2.8.2 Protocole de routage.....	37
2.8.3 Contrôle de la topologie	40
2.8.4 Les Techniques de réduction des données Les techniques de réduction des données.....	45
2.9 Conclusion.....	48

Chapitre 3

Le routage dans les réseaux de capteurs sans fils.....	45
--	----

3.1 Introduction	45
3.2 Types de communications et architectures adoptées:	46
a) Continue:	46
b) Dirigée par un évènement (event-driven):	46
c) Dirigée par l'application (application-driven):.....	46
3.3 Classification des solutions de routage de données proposées:.....	51
3.4 Catégories de communication	48
3.5 Les principaux protocoles de routage dans les RCSF	54
3.6 Critères de performances d'un protocole de diffusion	55
3.7 Techniques de clustering	56
3.8 Algorithmes de clustering conçus pour les réseaux de capteurs.....	56
3.8.1 LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy)	56
3.8.2 Les variantes de LEACH.....	58
3.8.3 Hierarchical Cluster-based Routing in Wireless Sensor Networks:	56
3.8.4 Algorithme Génétique (AG).....	58
3.8.5 HEED (Hybrid Energy-Efficient Distributed Clustering)	59
3.8.6 PEGASIS (Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems).....	60
3.8.7 Evolutionary Routing Protocol-1 (ERP1) :	61
3.8.8 TEEN (Threshold-sensitive Energy Efficient sensor Network protocol).....	66
3.8.9 Autres techniques de diffusion	67
3.9 Conclusion.....	68
Chapitre 4	
Evaluation des performances à travers la simulation	65
4.1 Introduction	65
4.2 ESPACE DE TRAVAIL DANS MATLAB.....	65
4.3 Analyse de protocole TEEN :.....	67
4.3.1 Interprétation des résultats :	74
4.3. Environnement de simulation.....	75
4.4 Résultats de la simulation.....	77
4.5 Conclusion.....	79
Conclusion générale	76
bibliographes	77

Liste des figures

Figure 1.1 classification des réseau de communication	3
Figure 1.2 exemple d'un réseau du capteur	4
Figure 1.3 quelques exemples des capteurs sans fils	5
Figure 1.4 Architecture d'un Capteur Sans fil [9]	6
Figure 1.5 Architecture de communication d'un RCSF	9
Figure 1.6 pile protocolaire des RCSF	13
Figure 1.7 sécurité dans les RCSF	21
Figure 2.1 Modèle de consommation d'énergie	28
Figure 2.2 la sur écoute dans une transmission	30
Figure 2.3 techniques de conservations d'énergie existante (Anastasi et al 2009)	33
Figure 3.1 Types d'architectures sur les WSNs	47
Figure 3.2 les principaux protocoles de routages dans les RCSF	50
Figure 3.3 formation de clusters LEACH	53
Figure 4.1 la fenêtre des commandes de Matlab	65
Figure 4.2 la fenêtre des figures de Matlab	66
Figure 4.3 la fenêtre d'édition de Matlab	67
Figure 4.4 graphe de résultat 1	68
Figure 4.5 graphe de résultat 2	69
Figure 4.6 graphe de résultat 3	70
Figure 4.7 modèle d'expérimentation	71
Figure 4.8 graphe de simulation	75
Figure 4.9 le résultat sous une forme de histogramme	75

Liste des tableaux :

Table 4.1 tableau des paramètres	67
Table 4.2 tableau de résultat 1	68
Table 4.3 tableau de résultat 2	69
Table 4.4 tableau de résultat 3	70
Table 4.5 tableau des paramètres utilisé	72
Table 4.6 résultats de simulation	74

Introduction général :

Au cours des dernières décennies, nous avons assisté à une miniaturisation du matériel informatique. Cette tendance à la miniaturisation a apporté une nouvelle génération de réseaux informatiques et télécoms présentant des défis importants. Les réseaux de capteurs sans fil sont l'une des technologies visant à résoudre les problèmes de cette nouvelle ère de l'informatique embarquée et omniprésente. Leurs domaines d'application sont nombreux: domotique, santé, domaine militaire ou bien encore surveillance de phénomènes environnementaux.

Les réseaux de capteurs sans fil sont souvent caractérisés par un déploiement dense et à grande échelle dans des environnements limités en terme de ressources. Les limites imposées sont la limitation des capacités de traitement, de stockage et surtout d'énergie car ils sont généralement alimentés par des piles. Recharger les batteries dans un réseau de capteurs est parfois impossible en raison de l'emplacement des nœuds, mais le plus souvent pour la simple raison que cette opération est pratiquement ou économiquement infaisable. Il est donc largement reconnu que la limitation énergétique est une question incontournable dans la conception des réseaux de capteurs sans fil en raison des contraintes strictes qu'elle impose sur l'exploitation du réseau.

Plusieurs travaux ont été réalisés dans l'objectif de réduire l'impact de cette contrainte. Ainsi, un grand nombre de protocoles ont été proposés à tous les niveaux, de la couche physique jusqu'à la couche application. C'est dans cette optique que nous proposons d'étudier, analyser et comparer les techniques de minimisation de la consommation énergétique dans les RCSF.

Objectifs

L'objectif de ce mémoire consiste à étudier les techniques de conservation d'énergie dans les réseaux de capteurs sans fils plus particulièrement évaluer les performances et le rendement énergétique de quelques protocoles dédiés à ce type de réseau.

Afin de mener cette étude, nous nous basons sur les études et travaux antérieurs.

Organisation du mémoire :

Ce travail entre dans le cadre de l'étude des techniques de conservation d'énergie dans les RCSF, Notre démarche offre principalement une étude synthétique des travaux de recherche qui ont été fait, et qui se font à l'heure actuelle, dans le but de modéliser le problème de consommation d'énergie dans les RCSF et techniques existantes. *proposé*

Notre mémoire est composé de quatre chapitres : dans le premier chapitre nous verrons les concepts généraux relatifs au domaine des réseaux de capteurs sans fils. Dans le deuxième chapitre, nous ferons une étude bibliographique sur les techniques de conservation d'énergie proposées pour ce genre de réseaux. Avant de faire une simulation pour la comparaison entre quelque protocole de routage et évaluer les performances de chacun d'eux dans le quatrième chapitre, nous ferons un état de l'art sur les protocoles de routage pour les réseaux de capteurs sans fils.

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LES RESEAUX DE CAPTEURS SANS FIL

Page 2 / corrigé

Conclusion générale

Contrairement aux réseaux traditionnels qui se préoccupent de garantir une bonne qualité de service, les réseaux de capteurs doivent, en plus, donner de l'importance à la conservation d'énergie. Ils doivent intégrer des mécanismes qui permettent aux utilisateurs de prolonger la durée de vie du réseau en entier, car chaque nœud est alimenté par une source d'énergie limitée et généralement irremplaçable. Dans un nœud capteur, l'énergie est consommée en assurant les fonctions suivantes : la capture, le calcul (traitement) et la communication. Plusieurs facteurs interviennent dans ces fonctions : l'état du module radio, la politique d'accès au canal de transmission, le protocole de routage etc. Pour maîtriser l'effet de ces facteurs sur la consommation énergétique, la communauté de recherche est en train de développer et de raffiner plusieurs techniques de conservation d'énergie.

Cependant, il reste encore de nombreux problèmes à résoudre dans ce domaine afin de pouvoir les utiliser dans les conditions réelles. L'un des problèmes qu'on peut rencontrer dans ce genre de réseau est la congestion causée par les données redondantes. Cette congestion est liée à la nature des réseaux de capteurs, principalement leur mode de déploiement. Quand un réseau est congestionné, il y a un gaspillage des ressources dont la bande passante et l'énergie qui est une ressource critique dans les réseaux de capteurs. Il est donc important de mettre en place des protocoles de contrôle de congestion pour assurer le bon fonctionnement de ces réseaux.

Dans ce projet, nous avons fait une étude comparative entre trois protocoles de routage dédiés à l'acheminement des paquets dans les réseaux de capteurs sans fils dans le but d'évaluer leurs performances en se basant sur la simulation avec différents paramètres. Dans le cadre de ce travail, nous avons commencé par une étude bibliographique qui a touché presque à tous les domaines d'application. Dans le deuxième chapitre, nous avons fait une étude bibliographique sur les techniques de conservations d'énergie proposées pour ce genre de réseaux. Dans le troisième chapitre, nous avons présenté un état de l'art sur les protocoles de routage pour les réseaux de capteurs sans fils. Finalement, nous avons conduit des simulations pour la comparaison entre quelques protocoles de routage et évaluer leurs performances. Cela nous a permis de nous initier à la recherche, et nous espérons avoir apporté une contribution, aussi petite qu'elle soit, à ce domaine qui est en pleine évolution.

Comme perspective, nous allons continuer à améliorer ce travail, et surtout en prenant en compte d'autres métriques comme le taux de perte des paquets, étude d'autres protocoles, les mécanismes de conservations d'énergie récents. Il est aussi envisagé de proposer des améliorations éventuelles aux protocoles étudiés. Nous envisageons tout cela dans nos futurs travaux de recherche qu'ils soient d'ordre individuels, professionnels ou académiques.

[12] Kamal BEYDOUNI, « Conservation d'un protocole de routage hiérarchique pour les réseaux de capteurs », Thèse doctorat, Université Sousse-Corinthe France, 2009.

[13] Kazem SOHRABY, Daniel MINOLI, Taher ZNATI, *Wireless sensor networks: Technology, Protocols, and Applications*, John Wiley & Sons, Inc, 2007.

Bibliographies

- [1] AL-KARAKI J.N, KAMAL A.E, «Routing Techniques in Wireles Sensor Networks: A Survey», IEEE Wireless Communications, 06-28, 2004.
- [2] A. K. DWIVEDI, O. P. VYAS, «Network Layer Protocols for Wireless Sensor Networks: Existing Classifications and Design Challenges», International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 8– No.12, 2010.
- [3] A. Manjeshwar and D. P. Agarwal. " Apteen : A hybrid protocol for efficient routing and comprehensive information retrieval in wireless sensor networks", Parallel and distributed processing Symposium. Proceedings International, IPDPS, pp. 195-202, 2002.
- [4] BAHI (J.), MAKHOUL (A.) et MOSTEFAOUI (A.), « Hilbert mobile beacon for localization and coverage in sensor networks. », International Journal of Systems Science, Taylor & Francis, vol. 39, no 11, November 2008.
- [5] Chee-Yee CHONG, Opportunities, and ChONG, Srikanta P. KUMAR, «Sensor Nend Challenges», proceedings of the IEEE, 8, Août 2003.
- [6] F. Brissaud ,D. Charpentier, A. Barros et C. Bérenguer , « capteurs intelligents : nouvelles technologies et nouvelles problématiques pour la sureté de fonctionnement », Maîtrise des Risques et de Sûreté de Fonctionnement , Lambda-Mu 16, Avignon :France (2008) .
- [7] Giuseppe Anastasi, Marco Conti, Mario Di Francesco and Andrea Passarella,« Energy conservation in wireless sensor networks: A survey ». Ad Hoc Networks, 7(3) :537_568, 2009. 22, 87
- [8] H. Namgoog, D. Lee, and D. Nam. "Energy efficient topology for wireless microsensor networks". ACM, PE-WASUN, October 2005.
- [9] Ian F. AKYILDIZ, Mehmet Can VURAN, « Wireless Sensor Networks», John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [10] Jose CECILIO, Joao CCOSTA, Pedro FURTADO, «Survey on Data Routing in Wireless Sensor Networks»,Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.
- [11] Kemal AKKAYA,Mohamed YOUNIS, «A survey on routing protocols for wireless sensor networks»,A dHoc Networks 3 (Elsevier B.V.), 325–349,2003
- [12] Kamal BEYDOUN,«< Conception d'un protocole de routage hiérarchique pour les réseaux de capteurs », Thèse doctorat, Université Franche-Comté France, 2009.
- [13] Kazem SOHRABY, Daniel MINOLI, Taieb ZNATI, «wireless sensor networks: Technology, Protocols, and Applications», John Wiley & Sons, Inc, 2007.

- [14] M. Ali and S. K. Ravula, "Real-time support and energy efficiency in wireless sensor networks". Technical report, IDE0805, January 2008.
- [15] M. Ilyas and I. Mahgoub. " Handbook of sensor networks Compact wireless and wired Sensing Systems", ISBN 08493196864. CRC PRESS LLS, USA, 2005.
- [16] M.Guerroumi, N.Badache, S.Moussaoui, « Data Dissemination and Power Management in Wireless Sensor Networks », Advances in Computing and Communications, Communications in Computer and Information Science,
- [17] M. Younis and T. Nadeem. "Energy efficient MAC protocols for wireless sensor networks", Technical report, university of Mryland baltimre County, USA, 2004.
- [18] Paolo Santi. "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks", Hardcover, july 2005.
- [19] Rahim KACIMI, « Techniques de conservation d'énergie pour les réseauxde capteurs sans fil », Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 2009
- [20] S. Kumar, D. Shepherd, and F. Zhao. "Collaborative signal and information processing in micro-sensor networks". IEEE Signal Processing Magazine, March 2002.
- [21] T. Benmansour, S.Moussaoui, «GMAC: Group Mobility Adaptive Clustering Scheme for Mobile WSN >>, in the preceding of the 10 the international symposium on programming and systems ISPS 2011. Algiers, Algiers.
- [22] Vernon S. Somerset, "Intelligent and Biosensors, Edited by Vernon S. Somerset", Intech, January 2010.
- [23] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, " Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Micro sensor Networks", In proc of the Hawaii International Conférence on Systems Science, vol. 8, pp. 8020, January 2000.
- [24] Y. Challal. «Réseaux de Capteurs Sans Fils».Université de Technologie, Compiègne, 2008, 103p.

ملخص

في العقود الأخيرة، شهدنا تغييرا هائلا في الأجهزة. جلب هذا الاتجاه نحو التغيير جيل جديد من شبكات الحاسوب والاتصالات السلكية واللاسلكية مع تحديات كبيرة. شبكات الاستشعار اللاسلكية هي تقنية لحل مشاكل هذا العصر الجديد من الحوسبة المضمنة واسعة الانتشار. ولها تطبيقات عديدة منها: رصد الظواهر البيئية، والصحة، والعسكرية. وغالبا ما تتميز شبكات الاستشعار اللاسلكية باستعمال كثيف وعلى نطاق واسع مع محدوديتها من حيث الموارد والقيود حيث ان تجهيزها محدود من جانب تخزين الطاقة وخاصة لأنها عادة ما تعمل بالطاقة عن طريق بطاريات قابلة لإعادة الشحن وقد تكون في شبكة استشعار معقدة اي انها صعبة التعديل نظرا لموقع العقد، او لسبب بسيط هو أن هذا عمليا غير مجدي اقتصاديا. ومن المعروف وعلى نطاق واسع أن الحد من الكلفة الطاقوية هي قضية أساسية في تصميم شبكات الاستشعار اللاسلكية لأنه يفرض قيودا صارمة على البنية العامة للشبكة.

وقد أجريت عديد الدراسات بهدف الحد من تأثير هذا القيد. وبالتالي، تم اقتراح عدد كبير من البروتوكولات على جميع المستويات، من الطبقة المادية للطبقة التطبيقية. وفي هذا السياق، فإننا نقترح دراسة تحليلية ومقارنة بين التقنيات المقترحة لتقليل استهلاك الطاقة في شبكات الاستشعار اللاسلكية واقتراح التحسينات الممكنة.

الكلمات المفتاحية: شبكات الاستشعار اللاسلكية، الطاقة، بروتوكول.

Résumé

Au cours des dernières décennies, nous avons assisté à une miniaturisation du matériel informatique. Cette tendance à la miniaturisation a apporté une nouvelle génération de réseaux informatiques et télécoms présentant des défis importants. Les réseaux de capteurs sans fil sont l'une des technologies visant à résoudre les problèmes de cette nouvelle ère de l'informatique embarquée et omniprésente.

Les limites imposées dans les RCSF sont la limitation des capacités de traitement, de stockage et surtout d'énergie car ils sont généralement alimentés par des piles. Recharger les batteries dans un réseau de capteurs est parfois impossible en raison de l'emplacement des nœuds, Il est donc largement reconnu que la limitation énergétique est une question incontournable dans la conception des réseaux de capteurs sans fil en raison des contraintes strictes qu'elle impose sur l'exploitation du réseau.

Plusieurs travaux ont été réalisés dans l'objectif de réduire l'impact de cette contrainte. Ainsi, un grand nombre de protocoles ont été proposés à tous les niveaux, de la couche physique jusqu'à la couche application. C'est dans cette optique que nous proposons d'étudier, analyser et comparer les techniques de minimisation de la consommation énergétique dans les RCSF et éventuellement en proposer une amélioration.

Mot clés : réseau de capteurs sans fil, conservation énergie, protocole LEACH. clustering

Abstract

In recent decades, we have witnessed a miniaturization of hardware. This trend towards miniaturization has brought a new generation of computer networks and telecommunications with significant challenges. Sensor networks are a wireless technology to solve the problems of this new

Era of embedded and pervasive computing the limitations in WSN is the limited processing capacity, storage and energy especially because they are usually powered by batteries. Recharge the batteries in a sensor network may be impossible due to the location of the nodes, it is widely recognized that energy limitation is an unavoidable issue in the design of wireless sensor networks because of the Strict constraints that imposes on network operations Several studies have been conducted with the aim of reducing the impact of this constraint. Thus, a large number of protocols have been proposed at all levels, from the physical layer to the application layer. It is in this context that we propose to study, analyze and compare techniques for minimizing energy consumption in WSN and propose Possible improvements.

Keyword: wireless sensor network, energy conservation, LEACH protocol. Clustering