

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Centre de Développement
des
Technologies Avancées



Université Saad Dahleb de BLIDA

Faculté des Sciences

Département d'informatique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention d'un diplôme de

MASTER EN INFORMATIQUE

THEME

**Etude, implémentation et tests d'un protocole de
clustering dans les réseaux de capteurs sans fil**

Présenté par :

BOUMESSAIDIA Billel.

BOUTAHRAOUI Abdelghani.

Promoteur :

Dr. Djamel DJENOURI.

Encadreur :

Mme. Nassima MERABTINE.

Promotion : 2016

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la patience et qui a éclairé notre chemin pour achever ce travail.

Nous tenons à remercier en premier lieu le Dr. Djamel DJENOURI pour nous avoir proposé le thème de notre projet de fin d'étude. Nous serons toujours reconnaissants de ses interventions pour approuver les résultats de ce travail.

Nos vifs remerciements accompagnés de toute notre gratitude vont aussi à notre encadreur Mme. Nassima MERABTINE pour nous avoir consacré un temps précieux et accompagné avec un sérieux exemplaire tout au long de ce stage et également pour ses conseils, sa disponibilité et son aide indéfectible qui ont enrichi notre modeste expérience et permis de mener à bien ce projet.

Nous remercions enfin nos familles respectives (nos chers parents, frères et sœurs, cousin et cousines) pour leur soutien et encouragements très appréciés ainsi que nos amis et collègues avec qui nous avons partagé des moments inoubliables pendant notre cursus universitaire et pour lesquels nous garderons de merveilleux souvenirs gravés à jamais dans nos mémoires.

Dédicaces

Premièrement je remercie DIEU de nous avoir donné le courage et la patience sans lesquels nous n'aurons jamais réussi à élaborer ce mémoire.

A mon père et ma chère mère, qui m'ont toujours soutenu et qui croient toujours en moi : toutes les lettres ne sauraient trouver les mots pour vous exprimer mon amour, ma gratitude et reconnaissance...

A la mémoire de mon cher petit frère

A mes frères Abdelhalim, Abderrezak, Aziz, Abdelhamid, mon petit Abdelmadjid et ma sœur Chahrazed.

A mon cher cousin Alilou et à toute ma famille

A tous mes amis.

A mon cher binôme, pote et frère Billel.

Je dédie ce modeste travail.

Abdelghani

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés afin d'élaborer ce mémoire.

Que je dédie à mes parents : ma mère et mon père, qui m'ont encouragé et soutenu énormément, je le dédie également à mes deux sœurs Meriem et Zineb et mon frère Abdellah ainsi que mon neveu Louai

A mes amis les deux Billel et surtout Fatima.

A mon cher binôme qui a partagé avec moi le meilleur et le pire pour mener à terme ce modeste travail

Billel

ملخص

تشكل شبكات الاستشعارات اللاسلكية Wireless Sensors Network والتي يشار لها اختصاراً WSN، ثورة علمية في مجال الاتصالات اللاسلكية والنظم المدمجة، ذلك أنها فتحت المجال أمام ابتكار جيل جديد من التطبيقات في مجالات متنوعة مثل البيئة ورصد الأحوال الجوية، والأمن مثل اكتشاف المتطفلين وعمليات اقتحام المناطق المحظورة. ومع ذلك، فإن أجهزة الاستشعار جد محدودة سواء من حيث نقل البيانات أو من حيث الطاقة المخزنة والتي تشكل عائق كبير في فعالية الشبكات ولذلك تم ابتكار عدة طرق وحلول للتحسين من مستوى شبكات الاستشعارات اللاسلكية، ومن بين هذه الطرق الفعالة، التوجيه الهرمي للبيانات (Clustering) والذي يعد من أفضل الطرق للوقوف في وجه هذه العوائق.

عملنا هو جزء من تطوير نظام فعال لنقل البيانات، مما يسمح بتمديد عمر الشبكات واسعة النطاق. لهذا، قمنا بدراسة بروتوكول تجميع وتوجيه يدعى TPSO-CR بعد التحليل، وجدنا أن هذا البروتوكول لديه بعض العيوب. ولذلك، اقترحنا نسخة محسنة تدعى E-TPSO-CR بمقارنة نتائج المحاكاة تظهر لنا أن النسخة المحسنة أكثر كفاءة في مجال استخدام الطاقة وطول عمر الشبكة.

الكلمات المفتاحية: شبكة الاستشعارات اللاسلكية، التوجيه الهرمي للبيانات، قابلية التوسع، تكوين مجموعات كفاءة الطاقة، حياة الشبكة.

Résumé

Les réseaux de capteurs sans fil (RCSFs) représentent une technologie émergente qui vise à offrir des solutions intéressantes pour la surveillance à distance des environnements complexes et distribués. Cependant, la limitation de ressources des nœuds-capteurs constitue une contrainte importante, principalement, en matière d'autonomie d'énergie. Le routage hiérarchique des données, basé sur le clustering, dans les RCSFs se révèle comme une bonne réponse à toutes ces exigences.

Notre travail s'inscrit dans le cadre de développement d'un protocole de transmission de données efficace, qui permet la prolongation de la durée de vie dans les réseaux à grande échelle. Pour cela, nous avons étudié un protocole de clustering et du routage qui s'appelle TPSO-CR « Two-tier particle swarm optimization protocol for clustering and routing in wireless sensor network ». Après l'analyse faite, nous avons constaté que ce protocole présente quelques inconvénients. Conséquemment, nous avons proposé une version améliorée nommée E-TPSO-CR « Enhanced TPSO-CR ». Les résultats de comparaison par simulation ont montré que notre protocole (ETPSO-CR) surpasse le protocole TPSO-CR en termes d'efficacité énergétique et longévité du réseau et ce pour les réseaux homogènes et hétérogènes.

Mot clés : réseaux de capteurs sans fil, routage hiérarchique, clustering, passage à l'échelle, efficacité énergétique, durée de vie, NS3, MATLAB.

Abstract

Wireless sensor networks (WSNs) are an emerging technology that aims to offer interesting solutions for remote monitoring of complex and distributed environments. However, the sensor node resource limitation is an important constraint, mainly for autonomy of energy. The hierarchical data routing, based on clustering, in WSNs is revealed as a good answer to all these requirements.

Our work is part of developing an effective data transmission protocol, which allows the extension of the lifetime in large scale networks. For this, we studied a clustering and routing protocol called TPSO-CR "Two-tier particle swarm optimization and clustering protocol for routing in wireless sensor network." After the analysis, we found that this protocol has some disadvantages. Therefore, we proposed an improved version called E-CR-TPSO "Enhanced TPSO-CR". Simulation results show that our protocol (ETPSO-CR) outperforms the protocol TPSO-CR in terms of energy efficiency and network longevity, and that for homogeneous and heterogeneous networks.

Keywords: wireless sensor networks, hierarchical routing, clustering, scalability, energy efficiency, lifetime, NS3, MATLAB.

Table des matières

<i>Table des matières</i>	<i>VII</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>X</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>XI</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>XII</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>1</i>
Partie I : Etat de l'art	
Chapitre I : Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil	4
1. Introduction	4
2. Les micro-capteurs sans fil	4
2.1. Qu'est-ce qu'un micro-capteur ?	4
2.2. Architecture et caractéristiques d'un micro-capteur	5
2.2.1. Architecture d'un micro-capteur	5
2.2.2. Caractéristiques d'un micro-capteur	6
3. Architecture des réseaux de capteurs sans fil	8
3.1. Définition d'un RCSF	8
3.2. Caractéristiques des RCSFs	9
3.2.1. Caractéristiques Matérielles.....	9
3.2.2. Caractéristiques conceptuels	9
3.3. Pile protocolaire	11
3.4. Paradigme de communication	13
4. Domaines d'applications	13
5. Conclusion	16
Chapitre II : Clustering dans les réseaux de capteurs sans fil	18
1. Introduction	18
2. Concepts de base de clustering	18
2.1. Définition	18
2.2. Classification des algorithmes de clustering	19

2.3. Défis de clustering.....	20
2.4. Objectifs de clustering.....	21
2.5. Avantages de clustering.....	22
3. Routage basé sur le clustering	22
4. Protocoles de clustering dans les RCSFs	23
4.1. LEACH « Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy ».....	23
4.2. LEACH-C (LEACH Centralisé)	26
4.3. LEACH-C Optimized.....	27
4.4. A Dynamic Round-Time Based Fixed LEACH	29
4.5. Two-tier particle swarm optimization protocol	33
5. Conclusion	34

Partie II : Propositions et évaluations

Chapitre III : Etude, amélioration et conception d'un protocole de clustering	36
1. Introduction.....	36
2. Présentation et développement du protocole <i>TPSO – CR</i>	36
2.1. Vue générale sur PSO.....	36
2.2. Hypothèses.....	38
2.3. Principe de fonctionnement de <i>TPSO – CR</i>	38
2.3.1. Clustering :.....	39
2.3.2. Routage.....	41
2.4. Algorithme du protocole <i>TPSO – CR</i>	43
3. Analyse du protocole <i>TPSO – CR</i> et discussion.....	45
4. Conception de la solution proposée	46
4.1. Elimination du coût de re-clustering	47
4.1.1. Modèle énergétique	47
4.1.2. Module d'estimation d'énergie	48
4.2. Adaptation de la durée des rounds aux énergies résiduelles	49
4.3. Distribution équitable des CHs et équilibrage de charge	50
4.4. Minimisation de la taille des routes générées.....	51
4.5. Organigramme de la solution proposée	51
5. Conclusion	52
Chapitre 04 : Implémentation, tests et comparaisons.....	55
1. Introduction.....	55

2. Environnement expérimental	55
3. Implémentation	56
4. Tests.....	60
4.1. Configuration et scénario de tests	60
4.2. Résultats, comparaison et discussion	62
4.2.1. Réseau homogène	62
4.2.2. Réseau hétérogène	71
5. Conclusion	76
<i>Conclusion générale et perspectives</i>	<i>77</i>
<i>Références bibliographiques.....</i>	<i>79</i>