



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane Mira de Bejaia
Faculté des Sciences Exactes
Département d'Informatique

ECOLE DOCTORALE RESEAUX ET SYSTEMES DISTRIBUES

Mémoire de Magistère

En Informatique

Option : Réseaux et Systèmes Distribués

Thème

Minimisation du délai d'agrégation de données dans les réseaux de capteurs

Présenté par

Sahar BOULKABOUL

Devant le jury composé de :

Président	Moussa KERKAR	Professeur	Université de Bejaia
Rapporteur	Nadjib BADACHE	Professeur	USTHB
Co-Rapporteur	Djamel DJENOURI	M.R.A	CERIST
Examineur	Makhlouf ALIOUAT	M.C.A	Université de Sétif
Examineur	Abdelouahid DERHAB	M.R.A	CERIST

Promotion : 2008/2009

Je dédie ce travail à

A Mon Très cher Père.

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

sahar

Remerciements

Je tiens à remercier mon Dieu, le tout puissant, de m'avoir donné le courage et la patience jusqu'à l'achèvement de ce travail.

J'exprime ma profonde reconnaissance et mes vifs remerciements à mon directeur de mémoire Pr Nadjib BADACHE, de m'avoir donnée l'opportunité de suivre mes études. Je le remercie également pour ses lectures attentives et pour ses critiques et suggestions qui ont été d'un grand apport pour la finalité de ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements à mon co-directeur Dr djamel DJENOURI, de m'avoir fait confiance en me proposant le présent sujet, et pour son suivi durant la réalisation de mon travail. Je le remercie aussi pour ses lectures attentives et pour ses critiques et suggestions qui ont été d'un grand apport pour la finalité de ce travail.

Mes vifs remerciements et respects s'adressent aux membres du jury Mr KERKAR Moussa, professeur à l'université de Bejaia, Mr DERHAB Abdelouahid maitre de Recherche au CERIST et Mr ALIOUAT Makhlouf maitre de conférence à l'université de Sétif pour m'avoir fait l'honneur de juger ce modeste travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à ma très chère amie Dr Chafika BENZAID de m'avoir orienté et encouragé. Merci pour sa disponibilité et sa gentillesse.

J'adresse également mes sincères remerciements à Mr Mouloud BAGAA pour son aide très précieuse et ses orientations et conseils.

Un grand MERCI, à mon mari, qui m'a toujours soutenu, à mon père et ma mère, ma sœur et mes Frères, mes enfants pour m'avoir patiemment supporté et m'aidé au cours de ces années.

J'adresse également mes sincères remerciements à Monsieur Said BERROUK, responsable du Département de l'information scientifique et technique (C.E.R.I.S.T), pour sa compréhension, et pour tous les moyens qu'il a mis à ma disposition.

Je remercie mes collègues de la promotion, Lamia, Saida, Dalila, Faiza, Nabil, Madjid et Rafik pour la bonne ambiance vécue tout au long d'une année de cette belle expérience.

Merci à Mme Zaidi et tous les collègues du service formation pour leur disponibilité.

Je voudrais également remercier Mr HIRECHE, Melle GUERMOUR pour ses éventuelles remarques.

Un grand MERCI, aux membres de ma famille et à mes très chers amis et collègues du CERIST et de L'USTHB pour leurs encouragements, leurs patiences et leurs amours

Résumé

La méthode d'agrégation de données a été proposée comme un nouveau paradigme utile pour le routage dans les réseaux de capteurs. L'idée de base de cette méthode consiste à combiner les données provenant de différents nœuds sources en éliminant les redondances existantes, et en minimisant aussi le nombre de transmissions possibles pour économiser la quantité d'énergie consommée. Plusieurs protocoles d'agrégation qui minimisent la consommation de l'énergie souffrent de l'augmentation du délai de livraison de données à cause du délai d'attente qu'un agrégateur peut attendre de ses fils pour collecter les données et les envoyer jusqu'au puits. Les collisions de communications sont la raison primaire pour la longue latence dans l'agrégation de données. Après ce constat, un état de l'art des travaux de minimisation du délai dans le paradigme de l'agrégation de données est élaboré. Cet état de l'art présente l'ensemble des solutions proposées dans ce domaine ainsi que des discussions décrivant les avantages et les limitations des différentes solutions. Basées sur les discussions et critiques effectuées, nous avons proposé une amélioration d'un protocole qui minimise le délai de bout-en-bout de l'agrégation de données en vue de le rendre plus efficace en terme de latence. Pour cela, une description de ce protocole est d'abord donnée décrivant ses caractéristiques et son principe de fonctionnement. Par la suite, des améliorations à ce protocole ont été proposées, elles consistent essentiellement en L'amélioration d'une approche distribuée afin de prendre en compte la topologie du réseau et le nombre de voisins lors de la construction de l'arbre d'agrégation, et l'augmentation des transmissions parallèles durant l'agrégation de données en évitant les collisions. Nous avons comparé notre solution avec un autre protocole que nous avons implémenté en utilisant l'environnement Python. Les résultats de simulation démontrent que le protocole proposé permet de réduire significativement dans le temps d'agrégation.

Mots clés

Délai de bout-en-bout de l'agrégation de données, arbre d'agrégation, planification de l'agrégation, simulation.

ABSTRACT

The data aggregation has been proposed as a useful paradigm for routing in sensor networks. The basic idea of this method is to combine data from different source nodes by eliminating existing redundancies, and also minimizing the number of possible transmissions to reduce the amount of the consumed energy. Several aggregation protocols that minimize energy consumption suffer from increased of data delivery due to aggregator timeout that can expect from his children to collect data and send them to the sink. Collisions communications are the primary reason for the long latency in data aggregation. After this, a state of the art of works related to minimizing the delay in the paradigm of aggregating data is developed. This state of the art shows all the proposed solutions in this area and discussions describing advantages and limitations of different solutions. Based on discussions and reviews, we proposed an improvement of a protocol that minimizes the delay from end-to-end of data aggregation to make it more efficient in terms of latency. For this, a description of this protocol is given first describing its characteristics and its operating principle. Then, improvements of this protocol were proposed, they mainly consist in the improvement of a distributed approach to take into account the network topology and the number of neighbors during the construction of the aggregation tree, and the increase of parallel transmissions during data aggregation avoiding collisions. We have compared our solution with another protocol that we implemented using the Python environment. Simulation results show that the proposed protocol allows significant savings in time aggregation.

Keywords

End-to-end delay of data aggregation, data aggregation tree, aggregation scheduling, simulation.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 : CONCEPTS	4
1.1. Introduction.....	4
1.2. Réseaux de capteurs sans fil.....	4
1.2.1. Définition.....	4
1.2.2. Composants d'un nœud capteur	5
1.2.3. Pile protocolaire dans les réseaux de capteurs.....	5
1.2.3.1. La couche physique.....	6
1.2.3.2. La couche liaison	6
1.2.3.3. La couche réseau.....	7
1.2.3.4. La couche transport.....	7
1.2.3.5. La couche application	7
1.2.4. Domaines d'application.....	7
1.2.5. Contraintes de conception des RCSF	8
1.2.5.1. Durée de vie du réseau	8
1.2.5.2. La consommation d'énergie	8
1.2.5.3. Ressources limitées.....	8
1.2.5.4. Bande passante limitée.....	8
1.2.5.5. Facteur d'échelle.....	9
1.2.5.6. La topologie dynamique	9
1.3. Agrégation de données dans les réseaux de capteurs	9
1.3.1. Définition.....	9
1.3.2. Les protocoles d'agrégation.....	10
1.3.2.1. Protocoles basé arbre	10
1.3.2.2. Protocoles basé cluster.....	13
1.3.3. Le délai de bout en bout dans l'agrégation de donnée	16
1.4. Conclusion	17
CHAPITRE 2 : PROTOCOLES MINIMISANT LE DÉLAI D'AGRÉGATION	18
2.1. Introduction.....	18
2.2. Classification	18
2.3. Protocoles de contrôle de Temps d'agrégation.....	19
2.3.1. Approche Centralisée	19

2.3.1.1. ATC (Adaptive Timing Control)	19
2.3.2. Approches Distribuées.....	21
2.3.2.1. ZFDAT (Zone-based Fast Data Aggregation Tree).....	21
2.3.2.2. Mécanisme de Clustering.....	22
2.3.3. Autres Algorithmes.....	23
2.3.3.1. DAC (Data Aggregation enhanced Convergecast)	23
2.3.3.2. Approche probabiliste.....	24
2.4. Protocoles de Planification d'agrégation de données	25
2.4.1. Approches Centralisées	26
2.4.1.1. SDA (Shortest Data Aggregation)	26
2.4.1.2. MDAT (Minimum Data Aggregation Time)	28
2.4.1.3. NCA (Nearly Constant Approximation).....	29
2.4.1.4. IAS (Improved data Aggregation Scheduling)	32
2.4.2. Approche distribuée.....	33
2.4.2.1. DAS (Data Aggregation Scheduling)	33
2.5. Comparaison entre les solutions	35
2.6. Conclusion	38
CHAPITRE 3 : IDAS, RDAS : PROTOCOLES AMÉLIORÉS DE DAS	39
3.1. Introduction.....	39
3.2. Protocole DAS (Data Aggregation Scheduling).....	39
3.2.1. Construction de l'arbre d'agrégation.....	39
3.2.2. Planification distribuée de l'agrégation de données.....	41
3.3. Contribution	45
3.3.1. Hypothèses.....	45
3.3.2. IDAS (Improved Data Aggregation Schedule)	45
3.3.2.1. Construction de l'arbre d'agrégation	45
3.3.2.2. Planification de l'agrégation de données	47
3.3.3. RDAS (Reduce Data Aggregation Schedule).....	48
3.3.3.1. Réduction des nœuds dominés.....	48
3.3.3.2. Description de l'algorithme	48
3.3.4. Analyse	49
3.3.4.1. IDAS	50
3.3.4.2. RDAS	52
3.3.4.3. Résultats.....	53
3.4. Conclusion	53

CHAPITRE 4 : ÉVALUATION DES PERFORMANCES DE L'APPROCHE IDAS	54
4.1. Introduction.....	54
4.2. Outils de programmation et environnement de simulation.....	54
4.3. Métrique de simulation	55
4.4. Génération des graphes	55
4.5. Scénarios de simulation et analyse	56
4.5.1. CDAS(Center DAS)	56
4.5.2. Résultats du scénario1	57
4.5.3. DDAS(Degree DAS).....	59
4.5.4. Résultats du scénario2	60
4.5.5. LDAS(Level DAS).....	62
4.5.6. Résultats du scénario3	63
4.5.7. IDAS (Improved DAS).....	65
4.5.8. Résultats du scénario4	66
4.6. Conclusion	68
CONCLUSION GÉNÉRALE	69