

REBUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene

Faculté d'Electronique et d'Informatique



THESE DE DOCTORAT

Présentée pour l'obtention du grade de **DOCTEUR**

En : INFORMATIQUE

Spécialité : Systèmes Informatiques

Par : KHEROUA LEILA

Sujet

**Dissémination à base d'Agents Mobiles dans les
Réseaux de Capteurs.**

Soutenue publiquement, le 05 Décembre 2018, devant le jury composé de :

Mr. Y. AKLOUF	Professeur, à l'USTHB	Président
Mme. S. MOUSSAOUI	Professeur, à l'USTHB	Directrice de thèse
Mr. S.M. SENOUCI	Professeur, à l'U. Bourgogne	Examineur
Mme. N. NOUALI	Directrice de Recherche, au CERIST	Examinatrice
Mr. S. BITAM	Maitre de Conférences /A, à l'U. Biskra	Examineur
Mr. Y. ZAFFOUNE	Maitre de Conférences /A, à l'USTHB	Examineur
Mr. M.GUERROUMI	Maitre de Conférences /A, à l'USTHB	Invité

Résumé

Le travail réalisé dans cette thèse s'inscrit dans le cadre de la recherche utilisant des agents de rumeur pour disséminer l'information dans les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) ne disposant pas de systèmes de localisation géographique. L'utilisation des agents de rumeur dans les RCSF permet deux gains non négligeables : la réduction du trafic généré grâce à leur collaboration ainsi que l'optimisation de la consommation de la bande passante.

En l'absence de l'information de localisation, le parcours de l'agent est aléatoire (a random walk path) et risque d'être concentré sur une partie restreinte du réseau créant ainsi des chemins avec boucles (spiral like routing paths). Dans cette thèse, nous proposons une nouvelle approche de construction de chemin en exploitant une information de voisinage à deux sauts qui permet à l'agent de maintenir une trajectoire aussi droite que possible. Le premier protocole proposé, FRA (Fast Rumor Agent), se base sur un choix sélectif du prochain saut de l'agent. Il exploite une information de voisinage chargée dans des structures de données réinitialisées évitant ainsi de surcharger l'agent lors de son parcours. Pour une meilleure dissémination de l'information, nous avons proposé par la suite le protocole EDARD (Efficient Data Access based on Rumor Dissemination) qui implémente une nouvelle procédure de création d'agents fils (The forking procedure) afin d'uniformiser la distribution de l'information et d'améliorer le taux de délivrance des requêtes émises par les nœuds puits.

Pour les applications critiques (sauvetage, repérage en catastrophe) dans des environnements hostiles, nous avons proposé deux autres protocoles : CSR (Corridor Star Routing) et BWR (Backbone Web Routing) dont l'objectif est d'assurer un accès rapide et efficace à la donnée. Les résultats enregistrés montrent que ces protocoles permettent un gain appréciable en comparaison à d'autres approches de la littérature en termes de : taux de délivrances de requêtes, temps d'accès à la donnée ainsi que le trafic généré dans le réseau.

Mots clés : Dissémination, Agents de rumeurs, Routage, Rumor Routing (RR), Energie, Requête (query), Evènement (event), et Réseau de capteurs sans fil (RCSF).

Abstract

In the context of Wireless Sensor Networks (WSN) where position information is not assumed, we focus our research on improving data dissemination using rumor agents. The use of rumor agents allows in one hand to reduce traffic generated by agents' collaboration and on the other hand the optimization of bandwidth consumption.

In environments without position information, agents progress in random walk paths concentrated in one part of the network creating spiral like routing paths. This thesis proposes a new path construction approach based on two hops nodes neighboring information, which allows agent to maintain straightest path. The first protocol, Fast Rumor Agents (FRA) uses a neighboring information embedded in frequently reinitialized data structures to create straight paths. Later, and in order to optimize and homogenize data dissemination, we propose the Efficient Data Access based on Rumor Dissemination protocol (EDARD) which adapts a new forking procedure to uniform data distribution and improve query delivery rate.

For critical applications like saving, catastrophic detection in hostile environments, we propose two protocols: Corridor Star Routing (CSR) and Backbone Web Routing (BWR) that aim at a quick and efficient data access. Compared to other relative, the results show a considerable benefits in terms of query delivery rate, data access time and generated traffic in the network.

Key words: Dissemination, Rumor agents, Routing, Rumor Routing (RR), Energy, Query, Event, and Wireless Sensor Networks (WSN).

To my lovely mother ...

Acknowledgments

Over time, I learned how to execute, process and synchronize real-life tasks to achieve this chapter of my life. But, I also realized that this achievement would be impossible without our genius human body resources: a brain to think, a body to act and a heart to still believe... Consequently, I would like to express my sincere gratitude to my supervisor Prof. Moussaoui Samira that have accepted – years ago- to conduct and supervise this work. I also thank her for its remarkable pedagogical skill, continuous guidance and encouragements. My special thanks goes to my colleagues and team researchers members: Dr. Guerroumi Mohammed, Dr. Doukha Zouina and Dr. Al-Sakib Khan Pathan for their useful comments to enhance the quality of this work.

It is my pleasure to thank Prof. Aklouf Youcef that has accepted to chair the evaluation committee of this thesis. I also thank Prof Senouci Sidi Mohamed from university of Bourgogne, Dr. Nouali Nadia from CERIST, Dr. Bitam Salim from university of Biskra and Dr. Zaffoune Youcef from USTHB for their spent time and valuable comments.

I also wish to express my thanks to my parents, my husband, and my siblings for their invaluable support.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	1
1. PROBLEMATIQUE	2
2. OBJECTIF ET PRINCIPALES CONTRIBUTIONS DE LA THESE.....	3
3. ORGANISATION DU DOCUMENT	4
CHAPITRE I. LA DISSEMINATION DE DONNEES ET LE ROUTAGE DANS LES RCSF.....	5
I.1 INTRODUCTION	6
I.2 DESCRIPTION D'UN RESEAU DE CAPTEUR SANS FIL	6
I.3 DEFINITIONS ET CONCEPTS.....	8
I.3.1 LE ROUTAGE.....	8
I.3.2 LA DISSEMINATION DE DONNEES.....	9
I.3.3 L'INONDATION (FLOODING)	9
I.3.4 LE GOSSIPING	10
I.3.5 L'AGREGATION OU LA FUSION DE DONNEES	11
I.4 CLASSIFICATION DES PROTOCOLES DE DISSEMINATION ET DE ROUTAGE DANS LES RCSF	11
I.4.1. CLASSIFICATION SUR LA BASE DE LA STRUCTURE DU RESEAU	12
I.4.1.1 <i>Routage plat (centré-donnée)</i>	13
I.4.1.2 <i>Routage Hiérarchiques</i>	13
I.4.1.3 <i>Routage géographiques</i>	14
I.4.2. CLASSIFICATION SUR LA BASE DE LA STRATEGIE DE ROUTAGE DU PROTOCOLE	14
I.4.2.1 <i>Routage basé sur les chemins multiples</i>	14
I.4.2.2 <i>Routage basé sur les requêtes</i>	15
I.4.2.3 <i>Routage basé sur la négociation entre nœuds</i>	15
I.4.2.4 <i>Routage basé sur la cohérence des données</i>	15
I.4.2.5 <i>Routage avec qualité de service</i>	15
I.5 CONCLUSION	17
CHAPITRE II. LES PROTOCOLES DE ROUTAGE A BASE D'AGENTS DE RUMEUR DANS LES RCSF (UNICAST AGENT BASED ROUTING PROTOCOLS).	18
II.1 INTRODUCTION	19
II.2 CONCEPTS FONDAMENTAUX SUR LE ROUTAGE A MARCHE ALEATOIRE (THE RANDOM WALK ROUTING) 19	
II.2.1 TERMINOLOGIES	20
II.2.2 LE PROTOCOLE RUMOR ROUTING (RR)	21
II.2.2.1 <i>Les étapes d'exécution du protocole RR</i>	21
a. La détection d'évènements.....	21
b. La notification	22
c. La génération de requêtes	22
d. La transmission de données.....	22
II.2.2.2 <i>La coopération entre agents dans RR</i>	22
II.2.2.3 <i>Problématique liée à la marche aléatoire</i>	23
II.3 LES PROTOCOLES DE ROUTAGE A BASE D'AGENTS DE RUMEURS.....	24

II.3.1 LES PROTOCOLES DE ROUTAGE INDEPENDANTS DES SYSTEME DE LOCALISATION GEOGRAPHIQUE (FREE LOCATION BASED ROUTING PROTOCOLS)	26
II.3.1.1 Stratégies aléatoires.....	26
II.3.1.2 Stratégies hiérarchiques ou basées sur la topologie du réseau.....	27
A. Le protocole ZRR : Zonal Rumor Routing for Wireless Sensor Networks (2005).....	27
B. Le protocole AlAc : Along & Across algorithm for routing events and queries in wireless sensor networks ..	29
C. Le protocole CRR : Energy-Efficient Clustering Rumor Routing Protocol (2010).....	31
D. Le protocole RCRR : Relative Coordinate Rumor Routing (2010).....	33
II.3.1.3 Stratégies basées sur le calcul géométrique.....	36
A. Le protocole SLR : Straight Line Routing for Wireless Sensor Networks (2005).....	36
B. Le protocole DRR : Directional Rumor Routing for Wireless Sensor Networks (2009).....	37
II.3.1.4 Stratégies basées sur le voisinage	38
II.3.2 LES PROTOCOLES DE ROUTAGE DEPENDANTS DES SYSTEMES DE LOCALISATION GEOGRAPHIQUE(LOCATION BASED ROUTING PROTOCOLS)	39
II.3.2.1 Le protocole ARR : Appointment-based Rumor Routing in Wireless Sensor Networks.....	40
II.3.2.2 Le protocole LBDD : A Line-Based Data Dissemination protocol for Wireless Sensor Networks	42
II.3.2.3 Le protocole TTDD : A Two Tire Data Dissemination approach for Wireless Sensor Networks	43
II.3.2.4 Le protocole Railroad.....	44
II.4 CONCLUSION	46
CHAPITRE III. PROTOCOLES POUR LA DISSEMINATION DE RUMEURS DANS LES RCSF.	47
III.1 INTRODUCTION	48
III.2 PROTOCOLE FRA : FAST RUMOR AGENTS	48
III.2.1 ENVIRONNEMENT ET HYPOTHESES	49
III.2.2 STRUCTURES DE DONNEES.....	49
III.2.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	51
III.2.3.1 Création de zones	51
III.2.3.2 Disséminations des agents et des requêtes.....	52
III.3 PROTOCOLE EFFICIENT DATA ACESS BASED ON RUMOR DISSEMINATION (EDARD)	54
III.3.1 PRINCIPE DE CREATION D'AGENTS FILS (FORKING-PROCESS).....	55
III.3.2 LE PSEUDO ALGORITHME DU PROTOCOLE EDARD	55
III.4 ANALYSE DES PERFORMANCES.....	56
III.4.1 ANALYSE DES PERFORMANCES DU PROTOCOLE FRA	56
III.4.1.1 Métriques	57
III.4.1.2 Interprétation des résultats.....	58
III.4.1.3 Etude de la mise à l'échelle.....	59
III.4.1.4 FRA avec répliques.....	60
III.4.2 ANALYSE DES PERFORMANCES DU PROTOCOLE EDARD	61
III.4.2.1 Evaluation des variantes du protocoles EDARD.....	62
III.4.2.2 Comparaison des résultats	64
III.5 CONCLUSION	66
CHAPITRE IV. PROTOCOLES D'OPTIMISATION D'ACCES A LA DONNEE.....	67
IV.1 INTRODUCTION	68
IV.2 CORIDOR STAR ROUTING (CSR).....	69
IV.2.1 MODELE D'ENVIRONNEMENT	70

IV.2.2 PRINCIPES DE BASE DU PROTOCOLE CSR.....	72
IV.2.3 AMELIORATIONS DU PROTOCOLE CSR.....	74
IV.2.3.1 problème du couloir vide.....	74
IV.2.3.2 problème des nœuds à proximité de la frontière du réseau.....	74
IV.3 BACKBONE WEB ROUTING (BWR)	75
IV.3.1 LES ETAPES D'EXECUTION DU PROTOCOLE BWR.....	75
IV.3.1.1 Etape 1: Initialisation	75
IV.3.1.2 Etape 2: Identification de la région centrale virtuelle	76
IV.3.1.3 Etape 3: routage des agents et des requêtes	77
IV.3.1.4 Etape 4: Maintenance du backbone Web	78
IV.3.2 COMPLEXITE DU PROTOCOLE BWR	79
IV.4 ANALYSE DES PERFORMANCES	79
IV.4.1. METRIQUES.....	80
IV.4.1. COMPARAISON ET INTERPRETATION DES RESULTATS.....	81
IV.5 DISCUSSION	84
IV.6 CONCLUSION.....	86
CONCLUSION GENERALE	87
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	89
ANNEXE1. FRA. LE PSEUDO-ALGORITHME.....	96