

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



UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
FACULTE DES MATHÉMATIQUES ET
DE L'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



MEMOIRE de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Réseaux

Par: KADDOUR HOUSSEYN

SUJET

**problème de placement des routeurs dans réseaux
maillé sans fil (WMN)**

Soutenu publiquement le : 31/05/2016 devant le jury composé de :

Mr. Lekhal

Université de M'sila

Président

Dr. Sayad lamri

Université de M'sila

Rapporteur

Mr .Bouhouita salah addin

Université de M'sila

Rapporteur

Mme. Chalabi

Univercité de m'sila

Examineur

Promotion : 2015 / 2016

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Introduction générale	1
Chapitre 1- Concepts générale sur réseau maille sans fil WMN	
1. Introduction :.....	4
2. Présentation des réseaux maillés sans fil :	4
2.1. Définition des réseaux maillés sans fil :	4
2.2. Classifications des réseaux maillés sans fil :	5
2.2.1. Selon le type maillage :	5
2.2.2. Selon l'architecture :	7
3. Les caractéristiques des réseaux maillés :	9
3.1. L'infrastructure sans fil :	9
3.2. La mobilité :	9
3.3. Un réseau en multi sauts :	9
3.4. Propriété et responsabilité partagées :	10
3.5. Divers types d'accès :	10
3.6. Compatibilité et interopérabilité :	10
3.7. La contrainte d'énergie dépend du type de nœud :	10
3.8. Plusieurs interfaces de transmission radio :	10
3.9. Plusieurs fonctionnalités des routeurs :	11
3.10. La qualité de service :	11
4. Objectifs des réseaux maillés sans fil :	11
5. Applications des réseaux maillés sans fil :	11
5.1. Réseau Domestique (Broadband Home Networking) :	12
5.2. Réseau de Communauté et de Voisinage :	12

5.3. Réseau de Véhicules (Transportation System) :	13
5.4. Infrastructure de connexion internet :	13
6. Conclusion :	13

2.1. Principes généraux :

2.2. Algorithmes génétiques :

Chapitre 2 – Description du problem WMN

1. Introduction :	15
2. Les variantes du problème de placement des routeurs dans WMN :	15
3. Router Node Placement dans réseaux maillés sans fil (WMN) dans un espace continu :17	
3.1. Description du problème :	17
3.2. Une approche de PSO à l'WMN-RNP problème :	21
3.2.1. représentation Solution :	22
3.2.2. Fonction de fitness :	22
3.2.3. Updating position :	23
3.2.4. Algorithme de PSO :	24
4. Placement des routeurs dans réseaux maillés sans fil (WMN) pour un espace discret :...26	
4.1. Description du problème :	26
4.2. Le système WMN-GN :	27
4.2.1. Algorithme génétique :	27
4.2.2. opérateurs Croissement :	27
4.2.3. opérateurs mutation :	29
5. Conclusion :	29

Chapitre 3 – les algorithmes proposés pour le problème WMN

1. Introduction :	31
2. Algorithme génétique pour un espace de recherche continu :	31
2.1. Principes généraux :	31
2.2. Algorithme génétique proposé :	34
2.3. Description détaillée :	36
2.3.1. Codage des données :	36
2.3.2. Génération aléatoire de la population initiale :	36
2.3.3. Opérateur de Croisement :	36
2.3.4. Opérateur de mutation :	38
2.3.5. Opérateur sélection :	39
2.3.6. Opérateur de remplacement :	39
3. Quantum Evolutionary Algorithm dans un espace discret :	40
3.1. Présentation de l'algorithme QEA:	40
3.2. Description détaillée Algorithme proposé basé sur la QEA :	43
3.2.1. Codage des données :	43
3.2.2. Algorithme proposé QEA pour WMN :	45
4. Conclusion :	49
4.1. Cas discret :	49
4.1.1. Particules :	49
4.1.2. Nombre clients :	49
4.1.3. Couverture clients :	49
4.1.4. Nombre de véhicules :	49
4.1.5. Rayon :	49
4.1.6. Nombre d'espaces de stockage :	49
4.1.7. Itération :	49
5. Conclusion :	49

Chapitre 4 – Implémentation et Expérimentations.

1. Introduction :	51
2. L'environnement de Développement :	51
3. Conception et Architecteur de problème :	52
3.1. Conception générale :	52
3.2. Conception de l'algorithme de PSO dans l'espace continue :	52
3.3. Conception de l'algorithme génétique dans l'espace continue :	57
3.4. Conception de l'algorithme génétique dans l'espace discret :	61
3.5. Conception de l'algorithmes QEA dans un espace discret :	64
3.6. Conception de l'algorithme QEA Amélioré dans l'espace discret :	69
4. Expérimentations et analyse:	71
4.1. Le cas Continu :	71
4.1.1. Le nombre de particules :	72
4.1.2. Le nombre de total des clients :	72
4.1.3. Le nombre de couverture de clients par routeur :	73
4.1.4. Le nombre de routeurs :	73
4.1.5. Le rayon :	74
4.1.6. Itérations :	74
4.2. Cas discret :	77
4.2.1. Particules :	78
4.2.2. Nombre clients :	79
4.2.3. Couverture clients :	80
4.2.4. Nombre de routeurs :	81
4.2.5. Rayon :	83
4.2.6. Nombre d'emplacement :	84
4.2.7. Itération :	85
5. Conclusion :	87

Introduction générale

Contexte

Au cours de ces dernières années, les technologies de communications sans fil se sont imposées de façon importante dans notre vie quotidienne. Grâce à leur souplesse, les réseaux sans fils ont connu un véritable essor et un engouement sans précédent de la part du grand public. Ainsi, ils ont motivé les chercheurs vers le déploiement de nouvelles solutions sans fil. L'une des plus importantes de ces technologies est l'apparition des réseaux maillés sans fil (WMN : Wireless Mesh Networks), qui consistent à interconnecter plusieurs dispositifs sans fil entre eux en formant un maillage sans recours au câblage.

Ces dernières années, les réseaux maillés sans fil ont représenté un centre d'intérêt qui intéresse un nombre de plus en plus important de travaux de recherche. Malgré ces travaux, plusieurs problèmes restent encore à résoudre. Ces derniers tournent autour du routage adaptatif, des mécanismes d'autonomie, de l'auto-organisation, de l'auto-configuration, de la conception et le design du réseau, etc.

Le réseau maillé sans fil est un réseau radio d'infrastructure basée sur une collaboration distribuée entre les points d'accès. Les communications entre deux points d'accès sont supportées par plusieurs nœuds intermédiaires (multi-sauts) dont le rôle est de relayer l'information d'un point à un autre. Ainsi, certains points d'accès possèdent une fonctionnalité spécifique : ils sont reliés à un réseau de transport fournissant un accès à Internet. Les clients sont rattachés par un réseau sans fil sur les points d'accès, qui sont de même reliés entre eux par des liaisons sans fil. Les clients peuvent être des ordinateurs portables, PCs de bureau, PDA, téléphones IP, lecteurs RFID, etc.

Problématique et contributions

Durant ces dernières années, plusieurs recherches ont été conduites pour proposer des solutions et des algorithmes qui permettent de concevoir un réseau maillé sans fil performant et robuste. La conception d'un réseau maillé sans fil revient, généralement, à trouver l'emplacement idéale pour les routeurs sans fil afin d'aboutir à un fonctionnement optimal du réseau. Ce problème est défini comme suit : soit une zone géographique qui contient plusieurs clients (généralement statiques), l'objectif consiste à déterminer les positions optimales des routeurs connaissant les positions des clients. Deux variantes ont été défini pour traiter ce problème selon la nature de l'espace de recherche. Il y a le déploiement des

routeurs dans un espace discret qui consiste à choisir ces positions parmi un ensemble fini de positions candidates. Tandis que lorsque l'espace de recherche est continu, aucune contrainte n'est imposée sur les positions candidates et ainsi tous les points de cette zone sont des solutions candidates à ce problème.

C'est dans ce contexte que s'articule notre travail. Il s'agit entre autre de proposer des solutions pour résoudre les deux variantes du problème. Etant donné que le déploiement des routeurs dans un réseau maillé sans fil est un problème NP-Complexe, nous avons opté de puiser dans une classe d'algorithmes approchés connue sous le nom de Méta-heuristiques. Dans ce travail, nous avons d'abord implémenté des algorithmes existants pour servir de plateforme d'évaluation de nos contributions. Ensuite, on a conçu et implémenté des solutions basées sur des méta-heuristiques connues afin de résoudre ces deux variantes du problème de déploiement des routeurs dans un réseau WMN.

Les résultats obtenus ont confirmé que les algorithmes qu'on a proposés ont des performances meilleures par rapport aux techniques qu'on a implémentées.

Organisation du mémoire

Ce rapport est organisé comme suit :

- le chapitre 1 est consacré à la présentation des réseaux maillés sans fil.
- Le chapitre 2 traite la problématique du déploiement des routeurs dans un réseau maillé sans fil et décrit ses deux variantes.
- Le chapitre 3 présente les solutions que nous proposons pour résoudre ce problème. Nous avons proposé deux algorithmes dont le premier traite la version discrète du problème basé sur les algorithmes génétiques (GAs) pour trouver une localisation optimale pour les routeurs, et la deuxième solution propose d'utiliser un nouvel algorithme évolutionnaire inspiré par l'informatique quantique, appelé Quantum Evolutionary Algorithm (QEA), pour résoudre le problème de placement des nœuds dans un environnement continu.
- Le chapitre 4 présente l'implémentation des algorithmes proposés et discute les résultats obtenus.

Conclusion et générale

Le problème d'emplacement de routeurs est de deux aspects selon la nature de l'espace de l'espace de recherche considéré. Dans l'espace de recherche continu, on a choisi un algorithme de style PSO « Particle Swarm Optimisation » développé par [9], à la recherche de plus de performance, nous avons proposé un algorithme génétique qui a confirmé sa supériorité vis-à-vis l'algorithme du PSO.

Pour l'espace de recherche discret, on a utilisé un algorithme génétique développé par [14], comme un algorithme de référence, et de même, on a adapté un algorithme évolutionnaire inspiré quantique qui a été développé par 2002 [20]. Ce derniers a montré une performance remarquable vis-à-vis l'algorithme génétique, ce qui nous a encouragé à l'améliorer en accélérant son rythme d'évolution. Cette façon de faire, a donné ses fruits, et l'algorithme baptisé QEAA (Quantum Evolutionary Algorithm Ameliorate) a montré une performance meilleure que celle des deux autres algorithmes.

L'analyse de la performance des algorithmes utilisés et proposé, était faite suivants les paramètres pertinents du problème de déploiement des routeurs dans les réseaux maillés sans fils. Ce qui nous a permet d'approfondir notre investigation du comportement des trois modèles de méta-heuristiques utilisés dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. Alotaibi, B. Mukherjee, A survey on routing algorithms for wireless ad-hoc and mesh networks, *Computer Networks* 56 (2012) 940–965.
- [2] E. Amaldi, A. Capone, M. Cesana, I. Filippini, F. Malucelli, Optimization models and methods for planning wireless mesh networks, *Computer Networks* 52 (2008) 2159–2171.
- [3] D.E Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Reading MA Addison Wesley, 1989.
- [4] I.Akyildiz, X. Wang, W. Wang, *Wireless mesh networks: A survey*, *Computer Networks* (2005)
- [5] A. Barolli, F. Khafa, C. Sanchez, M. Takizawa, A study on the effect of mutation in genetic algorithms for mesh router placement problem in wireless mesh networks, in: *Proceedings of 5th International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS 2011)*, IEEE Press, 2011, pp. 32-39.
- [6] A. Narayanan and M. Moore, “Quantum-inspired genetic algorithms,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Evolutionary Computation*. Piscataway, NJ: IEEE Press, May 1996, pp. 61–66.
- [7] Awadallah M. Ahmed, Aisha Hassan A. Hashim *Metaheuristic Approaches for Gateway Placement Optimization in Wireless Mesh Networks*, *Computer Science and Network Security*, , December 2014 pp 2-15
- [8] A. Narayanan, “Quantum computing for beginners,” in *Proc. 1999 Congress on Evolutionary Computation*. Piscataway, NJ: IEEE Press, July 1999, vol. 3, pp. 2231–2238
- [9] Chun-Cheng Lin, *Dynamic router node placement in wireless mesh networks: PSO approach with constriction coefficient and its convergence analysis*, *Information Sciences* 232 (2013) pp.294–308

- [10] D. Deutsch, "Quantum theory, the Church-Turing principle and the universal quantum computer," *Proc. Roy. Soc. London*, vol. A 400, pp. 97-117, 1985.
- [11] D. Johnson, The NP-completeness column: An ongoing guide, *Journal of Algorithms* 3 (2) (1982) pp.182-195.
- [12] D. Hochbaum, W. Maass, Approximating schemes for covering and packing problems in image processing and VLSI, *Journal of the ACM* 32 (1) (1985) pp.130-136.
- [13] F. Xhafa, A. Barolli, C. Sanchez, L. Barolli, A simulated annealing algorithm for router nodes placement problem in wireless mesh networks, *Simulation Modelling Practice and Theory* 19 (10) (2011) pp. 2276-2284.
- [14] F. Xhafa, C. Sanchez, L. Barolli, Genetic algorithms for efficient placement of router nodes in wireless mesh networks, in: *Proceedings of 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA 2010)*, IEEE Press, 2010, pp. 465-72.
- [15] L. K. Grover, "A fast quantum mechanical algorithm for database search," in *Proc. 28th ACM Symp. Theory of Computing*, 1996, pp.212-219.
- [16] L. K. Grover, "Quantum mechanical searching," in *Proc. 1999 Congress on Evolutionary Computation*. Piscataway, NJ: IEEE Press, July 1999, vol. 3, pp. 2255-2261.
- [17] M. Clerc, J. Kennedy, The particle swarm - explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 6 (1) (2002) pp.58-73.
- [18] Makoto Ikeda, Leonard Barolli, Fatos Xhafa, Vincenzo Loia, Node placement for wireless mesh networks: Analysis of WMN-GA system simulation results for different parameters and distributions, *Journal of Computer and System Sciences*, December 2014 pp 1-12

- [19] M. Clerc, The swarm and the queen: Towards a deterministic and adaptive particle swarm optimization, in: Proceedings of Congress on Evolutionary Computation (CEC99), IEEE Press, 1999, pp. 1951-1957.
- [20] Mourad Ykhlef ,A Quantum Swarm Evolutionary Algorithm for mining association rules in large databases, Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, January 2011, pp 1–6.
- [21] P. Benioff, “The computer as a physical system: A microscopic quantum mechanical Hamiltonian model of computers as represented by Turing machines,” *J. Statist. Phys.*, vol. 22, pp. 563–591, 1980.
- [22] P. W. Shor, “Algorithms for quantum computation: Discrete logarithms and factoring,” in *Proc. 35th Annu. Symp. Foundations of Computer Science*. Piscataway, NJ: IEEE Press, Nov. 1994, pp. 124–134
- [23] Aouina asma benmohra amel ramdini karima ferhat roumaissa , les réseaux mesh sans fil , mémoire ou de la thèse (Licence), Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene , 2011.
- [24] Frédéric NIVOR, Architecture de Communication pour les Applications Multimédia Interactives dans les Réseaux Sans Fil, mémoire ou de la thèse Doctorat, DE L’UNIVERSITÉ DE TOULOUSE, 2009.
- [25] Canarde wifi <http://www.canardwifi.com> consulté 10/05/2016
- [26] Recherche enec www.recherche.enac.fr consulté le :20/1/2016
- [27] Vol. Extra Volume ICM, [Online]. Available: <http://east.camel.math.ca/EMIS/journals/DMJDMV/xvol-icm/00/Shor.MAN.html>, 130
- [28] wikipedia, www.wikipedia.com, consulté le : 11/03/2016.
- [29] embarcadero www.embarcadero.com consulté 8/4/2016

ملخص :

عملنا هذا يندرج ضمن شبكات اللاسلكية المترابطة بحيث يتم توزيع أجهزة التوجيه اللاسلكية في فضاء معطي المشكلة المعالجة هي : كيفية وضع الموجهات بحيث يستطيع تغطية أكبر عدد ممكن من المستخدمين وهذا في شكله فضاء البحث المستمر والمتقطع هذه المشكلة ليست كثير حدود – متكاملة لعله أستعملنا الأدلة العليا أين اقتراح خوارزمية أثبتت فعالية أحسن مقارنة بالخوارزميتين المتوفرة الكلمات المفتاحية : شبكات اللاسلكية المترابطة , فضاء البحث المستمر ليست كثير حدود – متكاملة

Abstract:

Our work traits the problem of deploying routers in WMN Networks in such a manner to covert the maximum of clients possible. This problem was considered in its two major aspects: continuous and discrete research space. This problem is NP-Compleat, to solve it we use the Meta-heuristics methods, were we have adapted and proposed algorithms which have proven their better performance over two existing algorithms.

Keywords: WMN Networks , continuous research space , NP-Compleat

Résumé:

Notre travail s'inscrit dans le domaine des réseaux maillés sans fils. La problématique traitée est le déploiement des routeurs sans fils dans un espace donné de telles façons à couvrir le maximum possible de clients, dans ces deux aspects : l'espace de recherche continu et discret. Ce problème est NP-complet, pour le résoudre nous avons utilisé les méthodes méta-heuristiques, où nous avons adapté et proposé des algorithmes qui ont prouvé une meilleure performance comparant à deux algorithmes existants.

Mots-clés : réseaux maillés sans fils, l'espace de recherche continu, NP-complet