Etude des performances du protocole MMDV: Multipath and MPR based AODV

Abderrahmen Mtibaa
Thomson Lab
Paris, France
Abderrahmen.mtibaa@thomson.net

RESUME

Un réseau ad hoc est un ensemble de noeuds autonomes qui communiquent librement sans aucune infrastructure préexistante. Les caractéristiques des noeuds (mobilité, limitation des ressources, etc.) rendent le routage dans ce type de réseau complexe. Nous proposons, une convergence des originalités des protocoles de routage permettant une meilleure adaptation aux changements fréquents de topologie et à la surcharge du réseau. Notre travail consiste à intégrer un ensemble de mécanismes, tels que relais multipoint dynamique, accumulation de chemin et routes multiples, au protocole de routage réactif AODV [1]. Les résultats de simulations nous ont permis de choisir les deux mécanismes les plus appropriés. MMDV est une amélioration de protocole AODV utilisant les trajets multiples et l'inondation par la technique MPR. MMDV (Multipath and MPR based AODV) est un protocole hybride; dans sa phase proactive, les noeuds calculent leurs listes MPR et maintiennent des routes vers les voisins à deux sauts. Dans sa phase réactive, les noeuds maintiennent "deux" chemins pour chaque destination. Cette solution permet de minimiser la charge de routage et réduire la consommation de la bande passante tout en résolvant le problème de changements de topologie. Les performances de MMDV dépassent celles des protocoles AODV, OLSR et DSR.

MOTS-CLES

Ad hoc, protocole de routage, charge de routage, mobilité, AODV, NS.

1. INTRODUCTION

Le concept des réseaux mobiles ad hoc permet d'étendre les notions de la mobilité à toutes les composantes de l'environnement. Le problème de routage, en particulier, a suscité un vif intérêt dans la communauté des chercheurs. Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés au problème de routage dans les réseaux ad hoc. Bien que les protocoles proposés [1,2,3,4,5,6,7] présentent certaines caractéristiques pertinentes (MPR, accumulation de chemin, multi chemins, etc.), ils présentent certaines limites, surtout à forte mobilité des noeuds ou à forte charge du réseau. Dans cet article nous proposons une solution de convergence des protocoles de routage ad hoc. Cette solution a pour but de regrouper les originalités des protocoles de routage afin de minimiser les effets d'inondations massives tout en assurant une meilleure adaptation aux changements fréquents de topologie. L'étude des mécanismes pertinents des protocoles de routages et leurs apports nous a poussé à proposer une amélioration du protocole AODV [1], appelé dans ce qui suit MMDV. MMDV (Multipath and MPR based AODV) est un protocole de routage hybride qui implémente les deux mécanismes: MPR dynamique et multi chemins.

Cet article est organisé ainsi : la section suivante est consacrée à l'étude des mécanismes de routage, cette étude nous a permis de retenir deux mécanismes pertinents. La section 3 est consacrée à la présentation du protocole MMDV ainsi que l'évaluation de ses performances. Enfin, nous présentons une comparaison de performances des protocoles MMDV, AODV, OLSR et DSR

2. ETUDE DES MECANISMES DE ROUTAGE

Dans cette partie, nous décrivons brièvement les différent mécanismes de routages et nous précisions les mécanismes qui nous intéressent et que nous avons retenus.

Le protocole proactif OLSR (Optimized Link State Routing) utilise la diffusion périodique de messages pour la mise à jour de la topologie du réseau. Cette diffusion limite considérablement la bande passante disponible et surcharge le réseau. Pour éviter ces inconvénients, OLSR utilise le mécanisme des relais multipoint (MPR). Le concept des relais multipoint vise à réduire le nombre de retransmissions inutiles en choisissant le nombre de répéteurs "nécessaires" pour couvrir tous les noeuds à deux sauts. La sélection des MPR d'un noeud se fait lors de l'étape de détection des voisins après la réception des messages Hello. A forte mobilité des noeuds, chaque noeud peut maintenir une topologie à deux sauts erronée. De ce fait, il utilise une liste fictive des MPR pour diffuser ses messages qui ne seront pas reçus par tous les noeuds du réseau. Une extension du protocole OLSR, appelée Fast-OLSR a été proposée dans [5]. L'idée fondamentale de Fast-OLSR est de permettre à un noeud mobile rapide de découvrir rapidement ses voisins, de calculer ses MPR et de maintenir une connectivité avec d'autres noeuds dans le réseau. Dans la suite nous utilisons le nom MPR dynamique pour spécifier la technique utiliser par Fast-OLSR.

La communauté de recherche c'est intéressée ces dernières année aux problèmes d'améliorations du routage ad hoc, ce qui a donne naissance à plusieurs mécanismes de routage [8,9,10,11,12,13,14] comme l'accumulation de chemin utiliser par le protocole DSR pour garder un nombre important d'entrée dans sa table de routage et le mécanisme multi-chemin (ou routes multiples) utilise par plusieurs protocoles pour éviter des retard inutile lors des ruptures des chemins.

Pour améliorer les performances du protocole AODV, nous avons procédé à une évaluation des performances de 4 amélioration

possible visons à utiliser les 4 mécanismes (décris précédemment); MPR, MPR dynamique, accumulation des chemins, routes multiple.

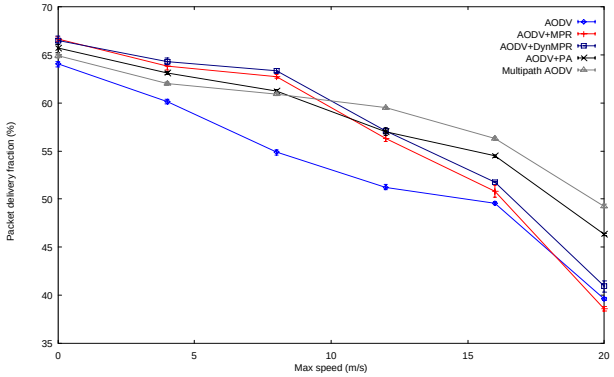


Figure 1: Etude des mécanismes de routage

Les résultats de simulations présentés en détails dans les travaux précédent [18] et illustrés par la figure 1 et le tableau 1 (où A et C sont respectivement la meilleure et la plus faible amélioration de AODV.) montrent que les deux mécanismes MPR dynamique et multi chemins sont les plus pertinents, surtout qu'ils garantissent de meilleurs résultats pour plusieurs scénarios. L'idée principale est de regrouper ces deux mécanismes dans un seul protocole de routage que nous appelons par la suite MMDV (Multipath and MPR based AODV).

	Faible vitesse (0-10m/s)	Faible charge (10-50 CBR)	Vitesse Importante (10-20m/s)	Charge Importante (50-100 CBR)
AODV+PA	C	C	C	C
AODV+MPR	B	B	C	C
AODV+DynMPR	A	A	B	B
AODV multi chemin	C	C	A	A

Tableau 1: Synthèse des résultats de simulation

3. Le protocole MMDV

MMDV (Multipath and MPR based AODV) est une optimisation du protocole réactif AODV. Il supporte les mécanismes MPR dynamique et multi chemins. Ce protocole appartient à la classe hybride des protocoles de routage. Comme tous les protocole hybrides, MMDV exécute deux phases: une phase proactive et une phase réactive.

3.1 Phase proactive

Au niveau de cette phase, chaque nœud envoie ses messages Hello et met à jour les entrées de sa table de routage vers tous ses voisins situés dans la zone à deux sauts. Cette phase est utile pour le calcul des listes MPR. La procédure de calcul des listes MPR se déclanche après la réception de tous les messages Hello envoyés par ses voisins. Chaque nœud intègre sa liste MPR dans ses prochains messages Hello. Nous rappelons que les nœuds utilisent le mécanisme MPR dynamique pour une meilleure adaptation aux changements fréquents de la topologie.

3.2 Phase réactive

Dans la phase réactive, les noeuds initient des procédures de recherche de route si aucune route vers la destination ne figure dans leurs tables de routage. Cette procédure de recherche de route permet de calculer "deux" routes vers le nœud destination. Ces deux routes présentent un nombre limité de nœuds communs pour minimiser leurs risques de rupture au même instant. Nous rappelons que l'algorithme de calcul des deux routes est le même que celui présenté au niveau de AODV multi chemins.

3.3 Résultats de simulations

Nous avons implémenté MMDV au niveau du simulateur NS-2 [15]. Pour analyser les performances du protocole MMDV, nous comparons ce protocole avec les deux améliorations correspondantes aux deux mécanismes MPR dynamique et multi chemins. Nous présentons, dans ce qui suit, les résultats de simulations ainsi que leurs interprétations.

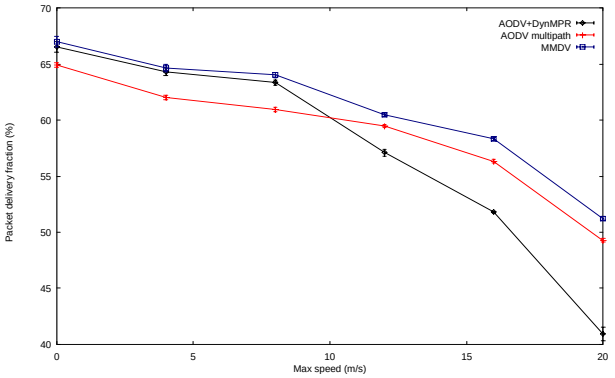


Figure 2: 100 noeuds, 1500m x 1000m, 20 CBR.

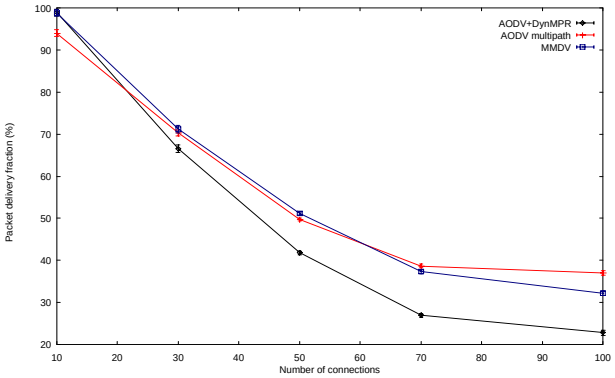


Figure 3: 100 noeuds, 700m x 700m, 10 m/s.

Les mesures du taux de délivrance (Figure 2), montre que le taux de délivrance des paquets de MMDV est important par rapport aux taux des autres protocoles. En effet, nous remarquons que la courbe de MMDV est au dessus des deux autres courbes. En outre, pour une forte densité (Figure 3), nous remarquons que le taux de délivrance de MMDV est supérieur à ceux des deux autres protocoles pour une charge faible ou moyenne. Cependant, à forte charge, ce taux (32% pour 100 connexions CBR) est inférieur à celui du protocole AODV multi chemins (37% pour 100 connexions CBR). Nous expliquons ceci par l'envoi périodique des messages Hello volumineux par les protocoles MMDV et MPR dynamique. Cette taille importante des messages Hello augmente la probabilité de collisions et de congestions surtout à forte densité des noeuds et à forte charge.

La Figure 4 représente la charge de routage normalisée générée par les trois protocoles en fonction de la mobilité des noeuds et le

nombre de connexions CBR (figure 5). En variant la vitesse des noeuds, nous remarquons que la charge de routage générée par MMDV est inférieure aux charges des autres protocoles. Cependant, cette charge dépasse celle générée par AODV multi chemins; ceci pourrait expliquer la perte de performance pour une charge importante en augmentant la probabilité de collisions des paquets.

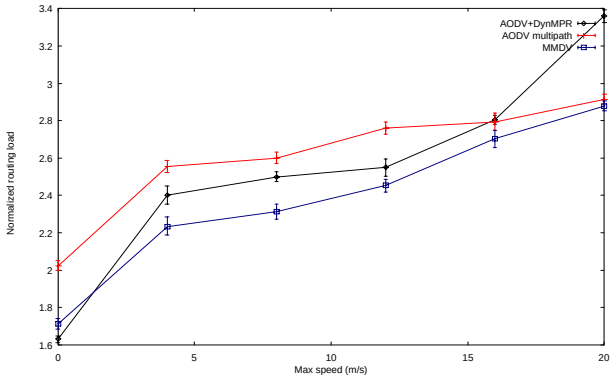


Figure 4: 100 nœuds, 1500m x 1000m, 20 CBR.

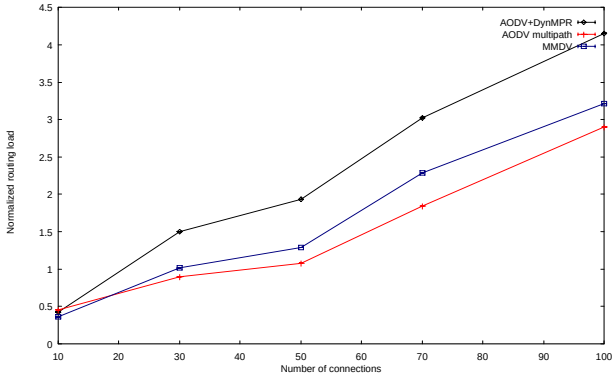


Figure 5: 100 noeuds, 700m x 700m, 10 m/s.

4. MMDV vs AODV vs OLSR vs DSR.

Dans cette section, nous comparons les taux de délivrances des protocoles MMDV, AODV, OLSR et DSR (voir figure 6-8).

Nous remarquons que le taux de délivrance du protocole MMDV est largement supérieur à ceux des autres protocoles.

La différence entre les taux de délivrance (figures 6 et 7) devient nette en augmentant la mobilité des nœuds (amélioration de 30% par rapport à AODV et de 40% par rapport à DSR). De plus, nous remarquons que, à forte mobilité, le protocole OLSR présent le plus faible taux de délivrance; OLSR peut utiliser des routes erronées pour envoyer ses données.

La figure 8 présente les taux de délivrances des protocoles en fonction du nombre de connexion CBR. Nous remarquons que, MMDV représente le meilleur taux de délivrance. A forte charge, OLSR réussit ses envois plus que les protocoles AODV et DSR; en effet le protocole OLSR est un protocole proactif qui utilise une charge de routage constante pour construire ses routes alors que les protocoles AODV et DSR (réactifs) utilise plus de paquets de routage si ils détectent plusieurs ruptures de liens (congestion des liens).

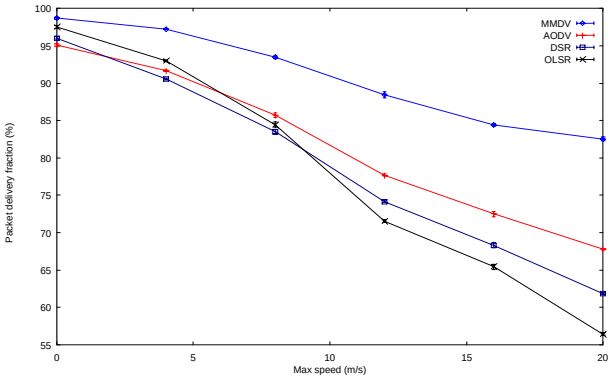


Figure 6: 50 nœuds, 1000m x 750m, 20 CBR.

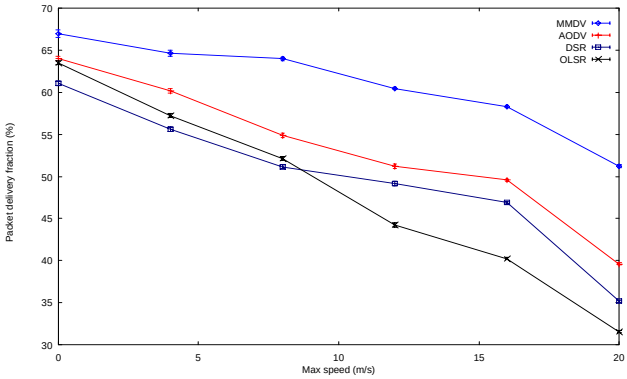


Figure 7: 100 noeuds, 1500m x 1000m, 20 CBR.

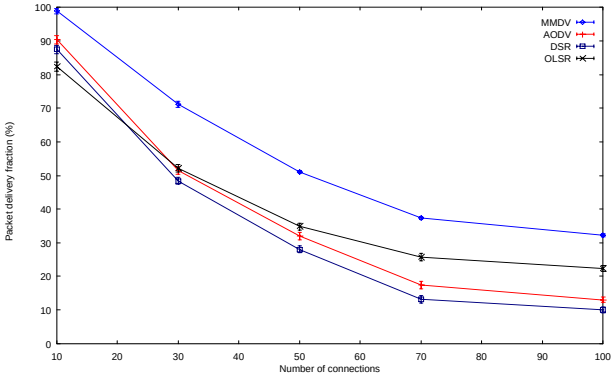


Figure 8: 100 noeuds, 700m x 700m, 10 m/s.

5. CONCLISION

L'originalité de MMDV réside dans l'utilisation des deux mécanismes MPR dynamique et chemins multiples. Nous avons montré que ces deux mécanismes sont complémentaires, et que le regroupement de ces deux mécanismes améliore les performances du protocole AODV. MMDV représente une amélioration importante du protocole AODV et ses performances dépassent celles des protocoles OLSR et DSR.

Nous proposons, dans les futurs travaux, d'étudier en détail l'influence de la densité de noeud sur les performances de MMDV. Nous proposons, aussi, de limiter des échanges des messages de commande de topologie de réseau en employant un modèle de prévision des déplacements de noeud. Une idée intéressante serait de limiter les échanges de topologie du réseau

entre les noeuds en ayant un modèle de prédiction de leurs futurs déplacements en fonction de leur historique.

6. REFERENCES

[1] C. E. Perkins, E. Belding-Royer, et S. R. Das. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing. http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt, July 2003. RFC 3561.

[2] D. B. Johnson, D. A. Maltz, Y. Hu, et J. G. Jetcheva. The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR). http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietfmanet-dsr- 07.txt, Feb 2002. IETF Internet Draft.

[3] I. D. Chakeres, E. Belding-Roye et C. Perkins. Dynamic MANET On-demand Routing Protocol (DYMO), http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-dymo-03.txt, 2005. IETF Internet Draft.

[4] C. E. Perkins et P. Bhagwat. Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers. In Proc. of ACM SIGCOMM, pages 234244, 1994.

[5] T. Clausen et P. Jacquet. Optimized Link State Routing Protocol (OLSR). http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt, 2003, RFC 3626.

[6] R. Ogier, M. Lewis et F. Templin. Topology Dissemination Based on Reverse-Path Forwarding (TBRPF). http://www.ietf.org/rfc/rfc3684.txt, 2004, RFC 3626.

[7] S.Y. Ni, Y.C. Tseng, Y.S. Chen, et J.P. Sheu. The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network. In Proc. Of IEEE/ACM MobiCom, pages 151162, 1999.

[8] B. Williams et T. Camp. Comparison of Brodcasting Techniques for Mobile Ad Hoc Networks. In Proc. of ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (Mobihoc 2002), pages 194-205, 2002.

[9] B. Mans et N. Shrestha. Performance Evaluation of Approximation Algorithms for Multipoint Relay Selection. In Proc. Of Med-Hoc-Net, pages 27-30, June 2004.

[10] S. J. Lee et M. Gerla. Split Multipath Routing with Maximally Disjoint Paths in Ad Hoc Networks. In Proc. of IEEE ICC, 2001.

[11] M. K. Marina et S. Das. On-demand Multipath Distance Vector Routing in Ad Hoc Networks. In Proc. of IEEE ICNP, 2001.

[12] S. Motegi et H. Horiuchi. Proposal on AODV-based Multipath Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks. In Proc. of First International Workshop on Networked Sensing System, 2004.

[13] M. Benzaid, P. Minet et K. Al Agha. Integrating fast mobility in the OLSR routing protocol. In Proc. of International Workshop On Mobile and Wireless Communications Networks IEEE MWCN'02, 2002.

[14] S. Gwalani, E. M. Belding-Royer et C. E. Perkins. AODV-PA: AODV with Path Accumulation. In Proc. of Next Generation Internet Symposium, held in conjunction with ICC, 2003.

[15] K. Fall et K. Varadhan(Eds.). The ns Manual. http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html, 2002.

[16] T. Camp, J. Boleng et V. Davies. A Survey of Mobility Models for Ad Hoc Network Research. Dept. of Math. and Computer Sciences Colorado School of Mines, Golden, 2002.

[17] C. E. Perkins, E. M. Royer, S. R. Das, et M. K. Marina. Performance Comparison of Two On-demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks. IEEE Personal Communications, 2001.

[18] A. Mtibaa et F. Kamoun. MMDV: Multipath and MPR based AODV routing protocol. In Pro. Med hoc Net 2006, Lipari, Italy, juin 2006.