

SBA : un algorithme simple de backoff pour les réseaux ad hoc

Tahiry Razafindralambo, Isabelle Guérin-Lassous

► **To cite this version:**

Tahiry Razafindralambo, Isabelle Guérin-Lassous. SBA : un algorithme simple de backoff pour les réseaux ad hoc. David and Sebastien Tixeuil. 10ème Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications (AlgoTel'08), 2008, Saint-Malo, France. pp.1-4, 2008. <inria-00374445>

HAL Id: inria-00374445

<https://hal.inria.fr/inria-00374445>

Submitted on 8 Apr 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SBA : un algorithme simple de backoff pour les réseaux ad hoc

Tahiry Razafindralambo¹ et Isabelle Guérin Lassous²

¹INRIA Lille-Nord Europe - LIFL (CNRS/USTL), 50, avenue Halley - 59650 Villeneuve d'Ascq, France

²Université de Lyon - LIP, 46 allée d'Italie - 69364 Lyon Cedex, France

Les performances d'un réseau *ad hoc* utilisant 802.11 se dégradent quand la charge du réseau augmente. Cette surcharge du réseau peut provenir de sa densité ou du trafic généré. La perte de performance vient essentiellement du protocole MAC (*Medium Access Control*) mis en place dans le mode DCF du standard 802.11. On trouve dans la littérature plusieurs solutions au niveau MAC permettant de maintenir les performances telles que l'équité ou l'efficacité mais peu de ces solutions n'abordent le problème de l'équité et de l'efficacité conjointement. Dans cet article nous proposons un algorithme de *backoff*, SBA (Simple Backoff Algorithm), permettant d'obtenir un bon compromis équité-efficacité quand le réseau est surchargé. De plus, notre algorithme est simple car il ne s'appuie que sur des informations locales. L'analyse et les simulations montrent que SBA permet d'obtenir un meilleur compromis entre équité, efficacité et simplicité comparé à certains protocoles décrits dans la littérature.

1 Introduction

L'accès au médium radio fait partie des points durs dans les réseaux *ad hoc*. Le standard 802.11[†] décrit un protocole d'accès au médium distribué appelé DCF (*Distributed Coordination Function*) qui peut être utilisé dans les réseaux *ad hoc*. Cependant, cette méthode d'accès présente des problèmes de performances tant au niveau de l'équité qu'au niveau de l'efficacité [CDGL05]. Ces problèmes de performance sont particulièrement accrus quand le réseau devient surchargé.

Plusieurs protocoles essaient de résoudre soit le problème d'équité soit le problème d'efficacité mais très peu de solutions étudient le problème conjointement. La littérature montre que dans la plupart des cas, les problèmes de performances de 802.11 proviennent de son algorithme de *backoff*, le Binary Exponential Backoff (BEB). Plusieurs modifications de cet algorithme ont été proposées. Il existe deux grandes classes de modification de l'algorithme de *backoff* : les approches qui modifient simplement l'utilisation des fenêtres de contention en s'appuyant sur les mêmes mécanismes que 802.11 (MILD [BDSZ94] et DIDD [CBV⁺05] sont de telles solutions) et les approches plus complexes se reposant sur des informations obtenues dans le voisinage comme par exemple MBFAIR [FBW02] qui modifie la fenêtre de contention en fonction des informations récoltées dans le voisinage à deux sauts de chaque station. Il existe aussi des modifications de la méthode d'accès qui ne modifient pas l'algorithme de *backoff* mais rajoutent des temps d'attente supplémentaires à ceux fournis par 802.11. Les protocoles tels que MadMac [RGL07] et PNAV [CCMSR05] font partie de cette catégorie et mettent en œuvre des mécanismes complexes permettant d'accroître l'équité tout en maintenant une certaine efficacité. Ces deux approches ne nécessitent aucune information autre que celles obtenues par le mécanisme d'écoute active du médium contrairement à EHATDMA [HP05] qui lui nécessite un échange d'informations avant chaque transmission.

Notre algorithme de *backoff*, SBA (*Simple Backoff Algorithm*), peut être considéré comme une modification de l'algorithme de *backoff* et ne nécessite pas d'informations supplémentaires comme MBFAIR. Une description plus complète de SBA est donnée dans la section 2. Les résultats de simulations donnés dans la section 3 montrent que SBA permet d'obtenir un bon compromis équité-efficacité-simplicité.

[†] <http://www.ieee802.org/11/>

2 SBA : Simple Backoff Algorithm

Contraintes, principes et motivations Pour la conception de SBA, nous avons respecté les restrictions et hypothèses suivantes : **i)** distribué : l'accès au médium doit être distribué de part la nature distribuée, dynamique et mobile des réseaux *ad hoc* ; **ii)** localité : les informations utilisées doivent être uniquement locales pour optimiser l'aspect distribué ; **iii)** l'équité est meilleure que l'efficacité quand le réseau est surchargé : nous considérons que fournir de l'équité au niveau MAC est plus importante que fournir de l'efficacité car si l'équité n'est pas fournie, le réseau peut être déconnecté ; **iv)** rester efficace : même si l'efficacité n'est pas notre objectif principal, il reste important que le protocole d'accès soit efficace ; **v)** compatibilité et généricité : nous voulons un algorithme de *backoff* qui puisse être utilisé avec différentes couches physiques, même celles qui n'utilisent pas l'écoute active du canal radio.

Dans SBA, les mécanismes de base du mode DCF sont conservés sauf en ce qui concerne l'algorithme de *backoff*. Contrairement au *Binary Exponential Backoff*, SBA n'a que deux fenêtres de contention, une petite (CW_{min}) et une grande (CW_{max}). De notre point de vue, ces deux fenêtres de contention sont suffisantes pour résoudre le problème de collision tout en maintenant une certaine efficacité. Comme BEB, SBA utilise uniquement des informations locales telles que les transmissions avec succès et les collisions subies pour modifier la fenêtre de contention. Cependant, la fenêtre de contention n'est pas modifiée après chaque transmission comme dans BEB. Ainsi, une même fenêtre de contention sera utilisée pour toutes les transmissions pendant une certaine période. À la fin de cette période, le nombre de collisions et le nombre de transmissions correctes permettent de calculer la fenêtre de contention à utiliser pour la prochaine période.

Les informations locales telles que le nombre de transmissions avec succès (N_{suc}) et le nombre de collisions (N_{col}) peuvent être utilisées, par chaque station, pour estimer des probabilités sur l'état du médium. Ces probabilités sont notées $P[occ]$, $P[suc]$, $P[col]$ et $P[free]$ et représentent respectivement la probabilité que le médium soit occupé par une autre station, la probabilité que le médium soit occupé par une transmission correcte de la station, la probabilité que le médium soit occupé par une collision impliquant la station ou la probabilité que le médium soit libre. La probabilité que le médium soit occupé par une transmission correcte de la station est donnée par $P[suc] = \frac{T_{suc}}{\Delta}$ où T_{suc} est une information locale qui représente le temps cumulé des transmissions correctes de la station pendant l'intervalle de temps Δ considéré. De la même manière, on peut calculer $P[col] = \frac{T_{col}}{\Delta}$ où T_{col} représente le temps passé pour la station dans des collisions. Comme SBA utilise une même fenêtre de contention durant chaque intervalle de temps Δ , une approximation de la probabilité pour que le médium soit libre est donnée par $P[free] = \frac{(N_{col} + N_{suc}) \times (cw + DIFS)}{\Delta}$ où cw est la durée moyenne du *backoff* utilisé durant la période et $DIFS$ est la durée du *DCF InterFrame Space* décrite dans 802.11. À partir des trois probabilités précédentes il est possible d'estimer la valeur de $P[occ] = 1 - (P[suc] + P[col] + P[free])$. Notons que quand la station ne transmet pas elle considère que le médium est occupé car les autres stations peuvent réellement l'occuper.

L'utilisation de seulement deux fenêtres de contention nous force à limiter le nombre de stations utilisant la petite fenêtre de contention pour réduire le nombre de collisions. De plus, nous essayons de faire en sorte que dans chaque période, au moins une station utilise cette petite fenêtre de contention dans un souci d'efficacité. Ainsi, nous n'adaptions pas la fenêtre de contention en fonction du nombre de stations en compétition mais nous adaptions le nombre de stations utilisant chaque fenêtre de contention.

Protocole Le fonctionnement de SBA est présenté dans l'algorithme 1 qui décrit les transitions entre les deux fenêtres de contention. Cet algorithme montre comment les statistiques calculées dans la section précédente sont utilisées pour influencer sur les transitions.

L'algorithme 1 est divisé en deux cas principaux donnés à la ligne 1 et à la ligne 9. Si la condition de la ligne 1 est vérifiée, cela signifie que l'occupation correcte de la station est inférieure à l'occupation des autres stations et donc la station utilisera CW_{min} pour la période suivante (ligne 2). Dans le cas contraire, la station utilisera CW_{max} (ligne 10). Le but ici est de résoudre certains problèmes se posant sur les trois paires ou les stations cachées asymétriques. La condition de la ligne 1 ne prend pas en compte la charge du réseau. Cette charge est considérée à la ligne 6. Quand le réseau est chargé, la probabilité $P[free]$ est faible (inférieure à s) et la probabilité de collision $P[col]$ augmente. Dans ce cas, la station doit utiliser CW_{max} pour réduire la contention sur le réseau. La condition présentée à la ligne 3 de l'algorithme 1 utilise un tirage aléatoire quand la probabilité de collision $P[col]$ est supérieure à r . Ce tirage aléatoire permet de réduire le

nombre de stations pouvant utiliser CW_{min} quand la probabilité de collision devient élevée, comme dans le cas des stations cachées.

Le dimensionnement des paramètres Δ , s , r , CW_{min} et CW_{max} ne sera pas donné ici par manque de place. Ce dimensionnement est fait de manière analytique. Cependant, les paramètres ayant le plus d'influence sont CW_{min} et CW_{max} . Plus le rapport CW_{min}/CW_{max} sera proche de 1 plus le protocole sera équitable à court terme. De plus, si CW_{min} et CW_{max} sont petits, la résolution des collisions devient difficile et l'efficacité peut en être affecté. Δ doit être choisi de façon à ce que chaque station puisse transmettre un paquet, la valeur de Δ est donc liée à la valeur de CW_{max} et à la taille maximum de paquet. s est le temps libre recherché entre deux transmissions et peut être choisi comme dans [HRGD05].

```

1: if ( $P[suc] \leq P[occ] + P[free]$ ) then
2:    $CW = CW_{min}$ 
3:   if ( $P[col] > r$  && rand{0,1}==1) then
4:      $CW = CW_{max}$ 
5:   end if
6:   if ( $P[free] \leq s$  &&  $P[col] > 0$ ) then
7:      $CW = CW_{max}$ 
8:   end if
9: else
10:   $CW = CW_{max}$ 
11: end if

```

SIFS	10 μ s
DIFS	50 μ s
backoff slot	20 μ s
CW_{min}	31
CW_{max}	1023
Physical header	192 μ s
Data rate	11 Mbps
ARP protocol	disabled
Routing protocol	static
Δ	0.2s
s	0.15
r	0.5
Traffic	backlogged / CBR / UDP
Packet size	random [600:1400] bytes
Synchronization	random
Mobility	none

TAB. 1: Résumé des paramètres de simulation.

Algorithme 1: SBA

3 Résultats de simulations

Dans cette section, nous présentons quelques résultats de simulations de SBA. Le simulateur utilisé est NS-2[‡] et le tableau 1 résume les paramètres de simulation que nous avons utilisés. Nous comparons SBA avec 802.11, MBFAIR, MadMac et PNAV.

Cellule de communication Dans cette simulation, toutes les stations sont à portée de communication. La figure 1(a) trace le débit global obtenu sur le réseau en fonction du nombre de stations présentes dans la cellule de communication. Le principal problème dans ce scénario provient de la charge qui augmente quand le nombre de stations augmente. La figure 1(a) montre que SBA est plus efficace que la plupart des protocoles que nous avons testés à partir de quelques nœuds. Il est intéressant de noter que même si SBA est conçu pour les réseaux *ad hoc*, il est plus efficace que 802.11 qui lui est conçu pour les cellules de communication. Les performances obtenues par MadMac sont meilleures que celles obtenues par SBA. Cependant, la différence est faible et montre que la restriction à l'utilisation d'informations locales n'affecte pas fortement les performances. De plus, pour des performances très proches de celles de MadMac, SBA ne nécessite pas une écoute permanente du médium ce qui rend possible son utilisation dans les réseaux de capteurs[§].

Réseaux aléatoires Nous présentons ici des résultats de simulations sur des réseaux aléatoires. Dans ces topologies, la position des stations est tirée aléatoirement dans une surface de $500m \times 500m$. La portée de communication de chaque station est fixe et de $150m$. Les sources et les destinations des flux sont choisies aléatoirement. Pour mesurer l'efficacité sur ces scénarios, nous calculons le débit global obtenu sur le réseau. Pour mesurer l'équité, nous utilisons le coefficient de variation comme métrique d'équité. Cette métrique est le rapport entre l'écart-type et la valeur moyenne. Quand le coefficient de variation est élevé cela signifie que la dispersion autour de la moyenne est élevée. La figure 1(b) montre les résultats de

[‡] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>

[§] Ce point sera développé dans les travaux futurs

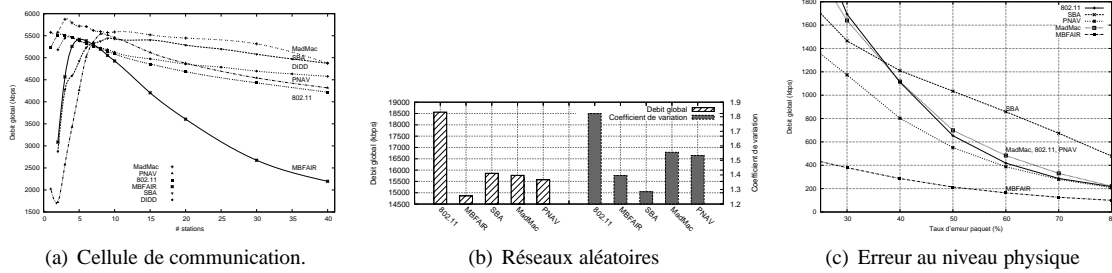


FIG. 1:

simulation pour un réseau de 200 stations avec 150 flux. Cette figure montre que SBA permet d'obtenir le meilleur compromis entre équité et efficacité comparé aux autres protocoles testés. Nous avons lancé plusieurs autres scénarios aléatoires et les résultats obtenus sont toujours les mêmes : SBA permet d'avoir le meilleur compromis entre équité et efficacité. Cette différence est d'autant plus prononcée quand le réseau devient dense ou quand le nombre de flux augmente.

Influence des erreurs au niveau physique Nous présentons les résultats de simulations quand des erreurs au niveau du médium radio sont introduites. Nous avons lancé une simulation avec deux stations, une source et une destination, et avons introduit des erreurs aléatoirement sur chaque paquet, incluant les acquittements. Le débit obtenu par la station en fonction du taux d'erreur paquet est tracé sur la figure 1(c). Quand le taux d'erreur paquet augmente, SBA permet d'avoir de meilleures performances que les autres protocoles testés. Ce comportement est dû au fait que, dans SBA, l'adaptation de la fenêtre de contention ne se fait pas après chaque transmission. Quand le taux de collisions est faible, SBA est moins efficace que 802.11 et MadMac à cause de l'alternance possible entre l'utilisation de CW_{min} et CW_{max} quand la station ne subit pas de collision durant Δ .

4 Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé un algorithme de *backoff* pour les réseaux *ad hoc*. Cet algorithme associé aux mécanismes de 802.11 nous a permis de concevoir un protocole appelé SBA (Simple Backoff Algorithm), simple, équitable et efficace pour les réseaux *ad hoc*. Les résultats de simulations présentés montrent que SBA permet d'obtenir un bon compromis équité efficacité. Nous cherchons maintenant à mieux dimensionner les paramètres de SBA suivant le contexte d'utilisation.

Références

- [BDSZ94] V. Bharghavan, A. Demers, S. Shenker, and L. Zhang. MACAW : a media access protocol for wireless LAN's. In *ACM SIGCOMM*, pages 212–225, London, United Kingdom, 1994.
- [CBV⁺05] P. Chatzimisios, A.C. Boucouvalas, V. Vitsas, A. Vafiadis, A. Oikonomidis, and P. Huang. A simple and effective backoff scheme for the IEEE 802.11 MAC protocol. In *CITSA*, USA, July 2005.
- [CCMSR05] C. Chaudet, G. Chelius, H. Meunier, and D. Simplot-Ryl. Adaptive Probabilistic NAV to Increase Fairness in Ad Hoc 802.11 MAC. *AHSWN Journal*, 2(2), June 2005.
- [CDGL05] C. Chaudet, D. Dhoutaut, and I. Guérin-Lassous. Performance Issues with IEEE 802.11 in Ad Hoc Networking. *IEEE Comm. Mag.*, 43(7) :110–116, July 2005.
- [FBW02] Z. Fang, Brahim Bensaou, and Y. Wang. Performance evaluation of a fair backoff algorithm for IEEE 802.11 DFWMAC. In *MOBIHOC*, pages 48–57, Lausanne, Switzerland, 2002.
- [HP05] J. He and H. K. Pung. Fairness of Medium Access Control Protocols for Multi-hop Ad Hoc Wireless Networks. *Computer Networks*, 48(6) :867–890, 2005.
- [HRGD05] M. Heusse, F. Rousseau, R. Guillier, and A. Duda. Idle Sense : an Optimal Access Method for High Throughput and Fairness in Rate Diverse Wireless LANs. In *ACM SIGCOMM*, USA, 2005.
- [RGL07] T. Razafindralambo and I. Guérin-Lassous. Increasing Fairness and Efficiency using the MadMac Protocol in Ad Hoc Networks. *Ad Hoc Networks Journal*, 6(3), 2008.