

Sujet de stage – L3 informatique de l'ENS

Etude de versions adaptatives et spatiales de l'algorithme CSMA

Florian Simatos

Département de mathématiques, informatique et automatique de l'ISAE–Supaero

Mots-clefs : réseaux sans fil, algorithmes d'accès au canal, analyse de performance, modélisation markovienne, ensembles stables maximaux, graphes parfaits.

Dans les réseaux sans fil, l'information est transmise par onde électromagnétique et les phénomènes d'interférence radio, qui font que deux utilisateurs “proches” ne peuvent transmettre en même temps, jouent donc un rôle critique. Pour pallier ce phénomène qui limite fortement la performance du réseau, de nombreux algorithmes de partage du canal de communication ont été proposés, et notamment l'algorithme CSMA, au cœur du protocole WiFi 802.11.

L'idée de cet algorithme est simple : pour résoudre le problème d'accès au canal de manière distribuée, chaque utilisateur initie un compteur de manière aléatoire. Ce compteur décroît lorsqu'aucun “voisin” ne transmet, et lorsqu'il atteint 0 l'utilisateur initie alors sa transmission. Une fois la transmission achevée, l'utilisateur tire à nouveau une valeur aléatoire pour son compteur. Chaque utilisateur a donc essentiellement deux paramètres, l'un caractérisant la valeur initiale du compteur et l'autre la durée de transmission, et le choix de ces paramètres affecte de manière critique la performance de l'algorithme. Cette version “vannille” de l'algorithme CSMA a été bien étudiée [2], et il s'agit dans ce stage d'aller au-delà de cette version simple et d'étudier des extensions proposées récemment qui pallient certaines limitations bien connues de cet algorithme.

En particulier, une version adaptative de CSMA a été proposée par Shah, Shin et Tetali [3], qui ont prouvé certaines propriétés d'optimalité en terme de débit. Une piste potentielle pour ce stage serait d'aller au-delà de ces résultats et de comprendre le comportement en terme de délai ou encore l'influence de la topologie du réseau sur la performance de cet algorithme. Par exemple, cette version adaptative repose sur des propriétés fondamentales concernant la génération d'ensembles stables maximaux d'un graphe. Il est bien connu qu'il s'agit en général d'un problème NP-difficile, sauf dans le cas des graphes parfaits [1] et il serait très intéressant d'explorer, dans le cadre de ce stage, si ce résultat de complexité a un impact sur la performance de l'algorithme proposé par Shah, Shin et Tetali [3].

Une deuxième piste pour ce stage serait d'explorer la performance de cet algorithme dans le cas de réseaux spatiaux. Plus précisément, tous les travaux portant sur l'évaluation de la performance de l'algorithme CSMA (ou de ses variantes) considèrent un cadre statique, où la topologie du réseau est fixée et n'évolue pas. Dans le cadre de ce projet, il pourrait donc aussi s'agir d'explorer la performance d'algorithmes CSMA dans un cadre dynamique, où les utilisateurs quittent le réseau une fois leur transmission effectuée.

Les sujets ci-dessus peuvent donner lieu à un mémoire bibliographique de mathématiques et peuvent donc s'inscrire dans le cadre d'un cursus mixte mathématiques-informatique.

RÉFÉRENCES

- [1] Martin Grötschel, László Lovász, and Alexander Schrijver. *Geometric algorithms and combinatorial optimization*, volume 2 of *Algorithms and Combinatorics*. Springer-Verlag, Berlin, second edition, 1993.
- [2] Libin Jiang and J. Walrand. A Distributed CSMA Algorithm for Throughput and Utility Maximization in Wireless Networks. *IEEE/ACM Trans. Netw.*, 18(3) :960–972, june 2010.
- [3] D. Shah, Jinwoo Shin, and P. Tetali. Medium access using queues. In *Proc. IEEE FOCS' 11*, pages 698–707, 2011.