

Proposition de thèse/ PhD proposal ISAE-SUPAERO

Machine learning pour le contrôle de congestion

Directeurs de thèse : Emmanuel Lochin (ISAE-SUPAERO) et Jean-Yves Tourneret (ENSEEIH). Cofinancement CNES

Contact : [<emmanuel.lochin@isae-sup aero.fr>](mailto:emmanuel.lochin@isae-sup aero.fr)

Domaine scientifique : réseaux IP

Mots-clés : liaisons LEO/GEO, contrôle de congestion, modèles d'apprentissages

Résumé :

Depuis 1980, de nombreux algorithmes de contrôle de congestion ont été proposés tels que TCP Tahoe, Reno, NewReno, Vegas, FAST, BIC, Compound, BBR, CUBIC (par défaut pour ce dernier dans tous les systèmes à ce jour). Dans le monde du satellite, des propositions ont également été formulées telles que TCP Hybla, Peach, Noordwijk, DARTS, SCPS. Cependant tous ces algorithmes ont été créés suivant l'expérience préalable des concepteurs de protocole et d'hypothèses sur le réseau. Fort de constater qu'ils fonctionnent plutôt bien dans des réseaux simples, avec un trafic réseau simple et restent bien souvent exclusifs au monde de l'Internet ou au monde du satellite. La fracture existante entre les protocoles de l'Internet, utilisés notamment dans le cadre de liaison LEO est d'autant plus forte. En effet, bien que les délais des architectures LEO autorisent l'utilisation des protocoles du monde Internet sur ces liens, ils restent peu performants dans ce contexte. De plus, Internet évolue sans cesse, traversant les océans et incluant à la fois réseaux de satellites, cellulaires et centres de données ultra rapides. Ce dernier devient donc extrêmement complexe et varié. Si nous ajoutons à cela l'explosion des applications d'où résulte un trafic de plus en plus conséquent, nous ne pouvons qu'observer l'inadéquation des contrôles de congestion traditionnels qui deviennent sous-optimaux et instables.

Que cela soit pour le monde de l'Internet standard ou les spécificités relatives aux réseaux satellitaires, le contrôle de congestion de part son caractère non-adaptatif devient obsolète. L'algorithme s'en trouve limité à l'espace des paramètres avec lequel il a été conçu et ne peut pas répondre avec précision et efficacité à la fluctuation rapide du trafic réseau, à la mobilité et à la variation de la capacité du canal dans le cadre d'une liaison satellitaire. Enfin et encore une fois, la conception d'un algorithme de contrôle de congestion repose de manière significative sur l'expérience des concepteurs de protocole, forcément non exhaustive et spécifique à un cadre d'utilisation.

Une possibilité serait de concevoir un algorithme de contrôle de congestion utilisant les techniques d'apprentissage automatique. Générés par ordinateur, ces algorithmes obtiennent des capacités de modélisation plus fortes et un espace de stratégie plus complexe comme montré récemment par certaines universités et industriels.

Le MIT et notamment Keith Winstein, fut l'un des pionniers dans ce domaine avec les propositions de SPROUT qui est un algorithme de prévision stochastique basé sur une marche aléatoire (cf.

<http://alfalfa.mit.edu/>) ou encore Remy CC (cf. <http://web.mit.edu/remy/>), qui se trouve plus dans la

thématique que nous souhaitons développer ici et qui s'attache à l'application de certains algorithmes de ML au monde du transport. Cependant, ces propositions ne sont qu'une première étape (par exemple : plus de 24h pour atteindre un entraînement optimal de l'algorithme Remy) et il y a encore beaucoup de techniques et de défis clés qui doivent être étudiés, notamment:

- 1) comment concevoir ou choisir un modèle d'apprentissage adapté à la résolution du problème de contrôle de la congestion, valide aussi bien sur l'Internet standard que les architectures LEO ?
- 2) quel mécanisme possible pour le cas particulier des réseaux en coupure tels les architectures GEO ?
- 3) comment réaliser l'apprentissage de ce modèle ?
- 4) quels types de données sont nécessaires pour son apprentissage et comment les collecter ?
- 5) quel est le coût de la mise en production de ces modèles ?

Ce sont, entre autres, à toutes ces questions que cette thèse cherchera réponses.

Profil du candidat : élève en dernière année ingénieur ou M2 à dominante informatique/réseaux, mathématiques, sciences de la décision, IA, ...

Date limite de candidature le 15/03/2019.

Le candidat devra fournir un dossier constitué des pièces suivantes (soumettre le dossier en fichier unique PDF à emmanuel.lochin@isae-superaero.fr) :

- lettre explicitant l'intérêt du sujet par le candidat et en quoi son profil rentre en adéquation avec celui-ci
- relevés de notes et copie de tout diplôme obtenu
- excellente qualité rédactionnelle en français et en anglais, très bon niveau de communication (score nécessaire TOEFL, IELTS, Cambridge, ...)
- lettre(s) de recommandation

Tout dossier incomplet ne sera pas pris en compte.