

Stage de recherche Master 2 informatique :
Algorithme de calcul de chemins par segments dans les réseaux multicouches

Encadré par : Mohamed Lamine LAMALI

Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI)

Contexte

Les réseaux hétérogènes et multicouches sont des réseaux où différents protocoles coexistent et où des encapsulations ont lieu. Ces réseaux sont de plus en plus répandus (coexistence IPv4/IPv6 [5], tunnels IPsec, TLS, etc.). Plus généralement, n'importe quel réseau permettant l'établissement de tunnels peut être considéré comme un réseau hétérogène ou multicouche.

De nos jours, les tunnels sont omniprésents dans les réseaux. Or, les modèles basés sur les graphes et les algorithmes qui en découlent ne sont pas adaptés à la prise en compte des tunnels. Il se trouve que des problèmes simples dans un réseau classique sont NP-difficiles dans un réseau multicouche [1], de même, la longueur d'un chemin dans un tel réseau peut être exponentielle [2]. Ces problèmes sont encore très mal compris et il est nécessaire de développer de nouveaux modèles et de nouveaux algorithmes pour les résoudre. Pour l'instant, nous ne disposons que d'un algorithme centralisé, basé sur la théorie des langages, pour le calcul de chemins unidirectionnels [3, 2], et d'un algorithme distribué basé sur une généralisation de l'algorithme de Bellman-Ford [4].

Malheureusement, l'algorithme centralisé dont nous disposons n'est pas adapté au *routing par sauts* (hop-by-hop routing) car il ne permet pas le calcul de tables de routages dans tout le réseau. **Le but de ce stage est d'exploiter le paradigme du routage par segment, c'est-à-dire de décomposer le chemin en sous-chemins de longueur assez petite pour construire efficacement des tables de routage de petite taille. Un segment peut être vu comme une sous-séquence d'un chemin acceptant d'un automate à pile où la hauteur de pile augmente puis diminue.**

Ce stage s'inscrit dans le cadre du projet ANR JCJC *HÉtérogénéité et algorithmes de RoutAge dans les réseaux* (HÉRA), dont le but est de mieux comprendre les fondements théoriques structurels et algorithmiques des réseaux multicouches. Elle se déroulera au Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI). Le début du stage est prévu pour février ou mars 2019.

Il sera possible de poursuivre le travail en thèse selon les résultats obtenus durant le stage. Le sujet de thèse peut être trouvé ici. Le financement de la thèse est garanti.

Travail à réaliser

1. Concevoir et étudier un algorithme de décomposition de chemins multicouches,
2. Adapter l'algorithme précédent afin d'effectuer un routage par segments,
3. Effectuer des simulations pour confirmer les résultats théoriques.

Compétences requises

- Très bonnes connaissances en algorithmique des graphes (calcul de chemins – éventuellement sous contraintes, calcul d'arbres – dont problème de Steiner, décomposition de graphes, etc.),

- Bonnes connaissances en théorie des langages (grammaires hors-contexte, automates à piles),
- Connaissances basiques en algorithmique distribuée,
- Connaissances basiques en théorie de la complexité (réductions et NP-complétude, etc.),
- Maîtrise d'un langage de programmation (C/C++ ou Python) pour implémenter les algorithmes conçus.

Contact

mohamed-lamine.lamali@u-bordeaux.fr

Références

- [1] F. A. Kuipers and F. Dijkstra. Path selection in multi-layer networks. *Computer Communications*, 2009.
- [2] M. L. Lamali, N. Fergani, and J. Cohen. Algorithmic and complexity aspects of path computation in multi-layer networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 26(6) :1–14, 2018.
- [3] M. L. Lamali, N. Fergani, J. Cohen, and H. Pouyllau. Path computation in multi-layer networks : Complexity and algorithms. In *INFOCOM*, pages 1–9, 2016.
- [4] M. L. Lamali, S. Lassourreille, S. Kunne, and J. Cohen. A stack-vector routing protocol for automatic tunneling. In *INFOCOM*, 2019. (*To appear*).
- [5] S. Steffann, I. van Beijnum, and R. van Rein. A Comparison of IPv6-over-IPv4 Tunnel Mechanisms. RFC 7059, RFC Editor, November 2013. Online : <https://tools.ietf.org/html/rfc7059>.