

ED STIC - Proposition de Sujets de Thèse pour la campagne d'Allocation de thèses 2011

Titre du sujet :

Mention de thèse :

HDR Directeur de thèse inscrit à l'ED STIC :

Co-encadrant de thèse éventuel :

Nom :

Prénom :

Email :

Téléphone :

Email de contact pour ce sujet :

Laboratoire d'accueil :

Description du sujet :

Contexte:

Lorsqu'un message est envoyé d'un nœud source vers un nœud destination dans un réseau, il faut décider à chaque étape vers quel nœud faire suivre le message pour atteindre la destination. C'est le problème du routage dans un réseau. Ce problème est facile à résoudre lorsque la topologie du réseau est connue en utilisant un algorithme de calcul de plus court chemin comme l'algorithme de Dijkstra. Toutefois, la topologie de bon nombre de réseaux, et en particulier celle d'Internet, n'est pas connue du fait de leurs tailles et de leurs dynamiques. Dans ce contexte, de nombreux problèmes algorithmiques « simples » deviennent difficiles car il faut les résoudre en utilisant une connaissance locale ou partielle de la topologie du réseau. Plus précisément, le problème du routage pose la question difficile du compromis entre la connaissance que chaque nœud du réseau doit avoir de la topologie et la performance de l'algorithme de routage (généralement mesurée par le rapport entre la longueur de la route calculée et celle du plus court chemin). Voir [Gavoille07] et [Gavoille09] pour plus de détails.

L'algorithmique localisée est une façon d'aborder des problèmes algorithmiques lorsque la connaissance de la topologie du réseau est incomplète. Cependant, les bornes inférieures des algorithmes de routage dans ce contexte sont bien souvent éloignées de celles attendues. Une solution est alors de considérer des classes de graphes particulières et d'utiliser les propriétés structurelles particulières de ces graphes dans la conception d'algorithmes de routages [AGGM06,NSR09,Thorup04]. Par exemple, des algorithmes de routage performants (occupation mémoire logarithmique, fournissant le plus court chemin) sont connus dans les arbres [FrGa01,ThZw01] alors que de telles performances sont impossibles à obtenir en général.

Objectifs principaux :

- Identification de propriétés structurelles de topologies comme celle d'Internet pouvant être utilisées dans la conception d'algorithmes de routage. Des propriétés prometteuses sont : l'expansion, la longueur des cycles induits (cordalité), le nombre moyen de plus courts chemins, l'hyperbolicité et les structures de communautés.
- Conception d'algorithmes exacts ou approchés (déterministes ou aléatoires) pour i) décider si un graphe satisfait une (ou une combinaison) des propriétés identifiées, et ii) générer des topologies satisfaisant ces propriétés. Ceci permettra de tester sur un large ensemble d'instances les algorithmes du point suivant.
- Concevoir des algorithmes de routage performant dans des classes de graphes particulières, en tirant partie des propriétés topologiques considérées.
- Étendre ces travaux à différents modèles de dynamique : croissance du réseau, pannes d'ensembles de liens, changement de politique de routage,...

Pré-requis : Algorithmique centralisée et distribuée, théorie des graphes, optimisation, langages de programmation C, Java, Python.

Références :

- [AGGM06] I. Abraham, C. Gavoille, A. Goldberg, and D. Malkhi: Routing in Networks with Low Doubling Dimension. 26th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'06), p.75, 2006.
- [FrGa01] P. Fraigniaud, C. Gavoille. Routing in Trees. 28th International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP'01), LNCS 2076, Springer, pp. 757-772, 2001.
- [Gavoille07] Cyril Gavoille. An overview on compact routing. In Workshop on Peer-to-Peer, Routing in Complex Graphs, and Network Coding, March 2007, <http://dept-info.labri.fr/gavoille/article/iGav07>
- [Gavoille09] C. Gavoille. Spanner et routage compact : similarité et différences. In 10èmes Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications (AlgoTel), volume inria-00383276. HAL, June 2009.
- [NSR09] N. Nisse, K. Suchan, and I. Rapaport, Distributed computing of efficient routing schemes in generalized chordal graphs. 16th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO), volume 5869 of Lecture Notes in Computer Science, Piran, Slovenia, pages 252-265, 2009. Springer-Verlag.

[ThZw01] M. Thorup and U. Zwick: Compact routing schemes. 13th Annual ACM Symposium on Parallel Algorithms and Architectures (SPAA'01), pp. 1-10

[Thorup04] M. Thorup: Compact oracles for reachability and approximate distances in planar digraphs. Journal of the ACM 51(6): 993-1024, 2004.

URL : <http://www-sop.inria.fr/mascotte>

English version:

Title: Study of topological properties for efficient routing in the Internet

Context:

Assume a message must be sent from a source to a destination node in a network. At each step of the route, one must decide the next hop the message will follow to eventually arrive at its destination. This problem is known as the routing problem. If the whole map of the network is known, the problem is easy to solve : using the Dijkstra algorithm, the message can reach its destination via a shortest path. However, the topology of many networks (e.g., Internet) are unknown because of their size or dynamicity. In this setting, many "simple" algorithmic problems become challenging because they must be dealt with using only local views of the networks, i.e., without having a full knowledge of the topology. For instance, the routing problem asks the difficult question of the tradeoff between the knowledge of each node about the topology of the network it belongs to, and the performances of the routing algorithm (generally measured as the ratio between the length of the route actually computed and the length of a shortest route). See [Gavoille07] and [Gavoille09] for overviews.

Localized algorithms are a way to tackle algorithmic problems when the topology of the network is not globally known. However, in many cases, lower bounds on the performances of algorithms in this context are far from those expected. One possible issue is to consider particular graph classes and take advantage of particular structural properties of these graphs [AGGM06,NSR09,Thorup04]. For instance, in the routing problem, efficient algorithms (i.e., using logarithmic memory, and producing shortest paths) are known in the class of trees [FrGa01,ThZw01], while such performances are known to be impossible in general.

Main objectives:

- * Identification of structural properties of graphs (such as the Internet) that are interesting in an algorithmic point of view. Again, we will focus mainly on problems related to Internet routing. Promising properties are: expansion, length of induced cycles (chordality), average number of shortest paths, hyperbolicity, community structures.
- * Design of exact or approximate / randomized or deterministic algorithms for 1) deciding whether a graph satisfies some (or combination) of identified properties, and 2) generating Internet like graphs satisfying these properties, thus providing a large set of instances to test algorithms of the next point.
- * Design of efficient routing algorithms for particular graph classes. These algorithms should take advantages of the topological properties of the network
- * Extend the study to various models of dynamics: network growth, failure of sets of links, routing policy changes,...

Requirements:

The candidate must have a good understanding of graph theory, complexity analysis, and graph algorithms.

Good knowledge of programming languages (C, Java, Python) is also necessary to conduct necessary implementation.

References :

[AGGM06] I. Abraham, C. Gavoille, A. Goldberg, and D. Malkhi: Routing in Networks with Low Doubling Dimension. 26th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'06), p.75, 2006.

[FrGa01] P. Fraigniaud, C. Gavoille. Routing in Trees. 28th International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP'01), LNCS 2076, Springer, pp. 757-772, 2001.

[Gavoille07] Cyril Gavoille. An overview on compact routing. In Workshop on Peer-to-Peer, Routing in Complex Graphs, and Network Coding, March 2007, <http://dept-info.labri.fr/gavoille/article/iGav07>

[Gavoille09] C. Gavoille. Spanner et routage compact : similarité et différences. In 10èmes Rencontres Francophones sur les Aspects Algorithmiques des Télécommunications (AlgoTel), volume inria-00383276. HAL, June 2009.

[NSR09] N. Nisse, K. Suchan, and I. Rapaport, Distributed computing of efficient routing schemes in generalized chordal graphs. 16th International Colloquium on Structural Information and Communication Complexity (SIROCCO), volume 5869 of Lecture Notes in Computer Science, Piran, Slovenia, pages 252-265, 2009. Springer-Verlag.

[ThZw01] M. Thorup and U. Zwick: Compact routing schemes. 13th Annual ACM Symposium on Parallel Algorithms and Architectures (SPAA'01), pp. 1-10

[Thorup04] M. Thorup: Compact oracles for reachability and approximate distances in planar digraphs. Journal of the ACM 51(6): 993-1024, 2004.

URL : <http://www-sop.inria.fr/mascotte>