

Dynamique du Graphe de l'Internet : Outils de Mesures & Etude des implications réseaux

Lieu	Équipe Réseaux & Protocoles, LSIIT (UMR CNRS 7005)
Encadrants	Pascal MERINDOL (merindol@unistra.fr) & Jean-Jacques PANSIOT (pansiot@unistra.fr)

Contexte

La modélisation et la cartographie [1] de la structure de l'Internet sont des enjeux importants pour appréhender son fonctionnement à une échelle globale. De plus, l'évaluation et la validation de nouveaux protocoles applicables au réseau Internet reposent généralement sur des simulations ou des déploiements expérimentaux. Or la pertinence des résultats obtenus via ce type d'expérimentations dépend de la qualité des modèles utilisés, et parmi ceux-ci, la qualité des modèles de topologie d'Internet. Ces aspects topologiques conditionnent notamment les problèmes de routage : routage multi-chemins, routage avec contraintes, reroutage rapide, etc... Par ailleurs, les opérateurs utilisent de plus en plus d'outils d'ingénierie de trafic dans ou entre leurs réseaux si bien que les inter-connexions évoluent constamment. Jusqu'à présent les topologies utilisées sont soit générées à l'aide de modèles assez simplificateurs, soit issues de mesures obtenues à partir de l'outil *traceroute* [2], selon un principe initié dans notre laboratoire il y a une dizaine d'années [3]. Il est maintenant clair que le modèle *traceroute* n'est plus suffisant et doit être amélioré et complété par d'autres sources de mesures, parmi lesquelles nous proposons *mrinfo* [4]. Ces deux sources de données sont complémentaires et permettent de produire des graphes de référence à destination de la communauté de recherche en réseaux. Par ailleurs, utilisés périodiquement, ces outils permettent d'obtenir une suite temporelle de graphes, ouvrant ainsi la voie à une étude des modèles de dynamique de ces graphes, et donc, par extension, un modèle d'évolution de la topologie d'Internet. Ce type d'étude nécessite la mise en oeuvre d'une méthodologie efficace pour extraire le meilleur des deux outils et ainsi mettre en place un système d'acquisition incrémental adéquat.

Sujet

La topologie d'Internet (ou plus modestement d'une de ses parties) est généralement représentée par un graphe de routeurs [5] (ou parfois un graphe de systèmes autonomes [6]), les arêtes de ce graphe étant éventuellement valuées par une ou des métriques. Les propriétés intéressantes pour le routage concernent notamment le degré des noeuds [7], la diversité des chemins, les distances moyennes, les poids logiques attribués aux liens, etc... Dans ce sujet de Master 2, nous souhaitons dans un premier temps mettre en place des outils appropriés (en faisant évoluer la plateforme MERLIN* [8, 9]) pour effectuer des séries temporelles de mesures de graphe au niveau routeur. Une telle démarche devra notamment permettre de distinguer l'évolution à long terme (changement relativement stable dans le temps) des changements transitoires (i.e. des pannes ou des opérations de maintenance) sur les graphes collectés. Dans un deuxième temps, il s'agira de proposer des modèles de dynamique de ces graphes et en extraire une composante logique (changement de routage liés à des changements de poids) et une composante structurelle (changement topologique permanent sur le graphe non valué). Par ailleurs, l'analyse devra aussi intégrer une dimension ingénierie des réseaux afin de prendre en compte les implications technologiques liées aux phénomènes observés : changement hardware (nouveaux routeurs), évolution des liens (technologie et capacité), migration des équipements entre le coeur et la périphérie...

*. <http://svnet.u-strasbg.fr/merlin>

Références

- [1] B. Donnet and T. Friedman. Internet topology discovery : a survey. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 9(4) :2–15, December 2007.
- [2] V. Jacobson et al. traceroute. man page, UNIX, 1989. See source code : <ftp://ftp.ee.lbl.gov/traceroute.tar.gz>.
- [3] W. Willinger, D. Alderson, and J. C. Doyle. Mathematics and the Internet : a source of enormous confusion and great potential. Notices of the American Mathematical Society, 56(5) :586–599, May 2009.
- [4] V. Jacobson. mrinfo, 1995. http://cvsweb.netbsd.org/bsdweb.cgi/src/usr.sbin/mrinfo/?only_with_tag=MAIN.
- [5] A. Botta, W. de Donato, A. Pescapé, and G. Ventre. Discovering topologies at router level : Part II. In Proc. IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM), November 2007.
- [6] Z. M. Mao, J. Rexford, J. Wang, and R. H. Katz. Towards an accurate AS-level traceroute tool. In Proc. ACM SIGCOMM, August 2003.
- [7] P. Mérindol, B. Donnet, O. Bonaventure, and J.-J. Pansiot. On the impact of layer-2 on node degree distribution. In Proc. ACM/USENIX Internet Measurement Conference (IMC), November 2010.
- [8] P. Mérindol, B. Donnet, J.-J. Pansiot, M. Luckie, and Y. Hyun. MERLIN : MEasure the Router Level of the INternet. In Proc. 7th Euro-NF Conference on Next Generation Internet (NGI), June 2011.
- [9] Pietro Marchetta, Pascal Mérindol, Benoit Donnet, Antonio Pescapé, and Jean-Jacques Pansiot. Topology discovery at the router level : A new hybrid tool targeting isp networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Special Issue on Measurement of Internet Topologies, 2011.