

Proposition d'Action Spécifique CNRS sur la métrologie des réseaux de l'Internet

Animateurs

Philippe Owezarski, chargé de recherche au LAAS-CNRS (UPR 8001, Toulouse)

Patrice Abry, chargé de recherche à l'ENS Lyon (UMR 5672, Lyon)

Membres (liste à finaliser)

Kavé Salamatian, LIP6, Paris

Fabrice Guillemin, France Télécom R&D, Lannion

Philippe Robert, INRIA Rocquencourt

Daniel Kaufman, ENST

Alexandre Aussem, LIMOS, ISIMA, Clermont-Ferrand

Introduction

Une importante raison d'être de cette proposition d'AS vient de la prise de conscience que plusieurs communautés (« réseaux » et « Traitement du Signal » notamment) en France ont des activités complémentaires dans le domaine de la métrologie des réseaux IP. Chacune des deux communautés se heurte d'ailleurs à la difficulté d'avoir à utiliser à un moment ou un autre de son travail des compétences existant déjà dans l'autre communauté. Aussi, cette proposition d'AS reçoit le soutien de ces deux communautés représentées par leurs deux GDR :

- Le GDR ARP (Architecture, Réseaux et Parallélisme) au travers de son thème ING (Internet Nouvelle Génération), anciennement RHDM (Réseaux Hauts Débits Multimédias) dont les domaines d'études se situent en informatique
- Le GDR ISIS (Information, Signal, Image et viSion) dont les domaines d'études se situent en traitement du signal

Motivations

Avec les avancées technologiques et culturelles, la dernière décennie a vu l'explosion de l'Internet qui, de simple réseau de communication pour les chercheurs, est devenu un outil grand public, à la fois professionnel et ludique. En particulier, des usages nouveaux, autant par leur aspects qualitatifs (arrivée de la voix, de la vidéo, des jeux et dialogues distribués interactifs, etc.) que quantitatifs (augmentation de la quantité d'information véhiculée par ces nouveaux média), vont entraîner une modification majeure, voire une refonte de nombreux

mécanismes et composants des réseaux actuels. Parmi les enjeux importants et recensés de façon récurrente au cours des 10 dernières années, on compte la notion de qualité de service (QoS) et l'élaboration des principes et mécanismes de tarification. D'une part, il s'agit d'adapter les services rendus aux besoins d'un utilisateur, ou d'une application d'un utilisateur, voire d'un flux d'une application d'un utilisateur. D'autre part, il faut inventer de nouveaux modes de tarification de ces services aux utilisateurs, sachant que l'on est, dans ce cas là, bien loin des approches qui ont été appliquées pour le réseau téléphonique. Les problèmes de conception d'un réseau – et notamment les problèmes de dimensionnement de ces services de communication – ou les problèmes d'administration de réseaux de plus en plus complexe constituent également des questions ouvertes.

De façon quasi-unanime aujourd'hui, la métrologie, qui enregistre, décrit, caractérise et modélise les flux d'information circulant sur les réseaux, est considérée comme une activité fondamentale pour la science des réseaux. Elle sera à l'origine des nouvelles solutions apportées à chacun des problèmes rencontrés sur un réseau face à son évolution actuelle et à venir. Pour les opérateurs, elle est fondamentale car elle leur permet de connaître le trafic qui circule sur leurs réseaux. Dans bien des cas, quand la modélisation mathématique atteint ses limites et ne permet plus d'appréhender dans sa totalité la complexité des phénomènes qui se produisent dans un réseau, les opérateurs ont recours à la mesure pour trouver des méthodes ad hoc de dimensionnement des artères d'un réseau et de répondre aux attentes des clients en matière de qualité de service. Cette approche a été utilisée depuis longtemps et est encore employée dans les réseaux de paquets, X.25, par exemple. Dans l'Internet, la situation est rendue beaucoup plus complexe que dans les réseaux de paquets traditionnels, d'une part à cause des débits élevés mis en jeu et d'autre part, par la réactivité des sources de trafic (comme par exemple dans le cas de TCP). La métrologie dans l'Internet pose à ces égards des problèmes tout à fait nouveaux et difficiles à résoudre, notamment les problèmes de positionnement des sondes en des endroits stratégiques (de façon à réduire leur nombre), les méthodes et procédés d'analyse des traces, etc. Enfin, la métrologie peut permettre d'offrir accès à l'étude des usages de l'Internet. Ces problématiques, relevant d'abord de la sociologie et des sciences humaines, sont au centre des travaux réalisés au sein de l' « Atelier Internet » (conduit par E. Guichard, ENS Paris), avec lequel des contacts et échanges existent déjà.

Alors que des travaux en métrologie pour le réseau Internet ont été initiées très tôt aux Etats-Unis, de telles études n'ont encore été que très peu formalisées et mises en œuvre rigoureusement en France, les opérateurs utilisant le plus souvent des méthodes ad hoc pour concevoir l'ingénierie des réseaux et effectuer des mesures, sans trop se soucier des fondements théoriques et sans avoir conscience de la pertinence et de la portée des résultats obtenus¹. Sur le plan exploratoire, les études en France sont parcellaires et dispersées entre plusieurs laboratoires universitaires et industriels ; en d'autres termes, il n'y pas eu jusqu'à présent une activité spécifique, aussi bien universitaire qu'industrielle, ciblée sur la métrologie, avec tout ce que cela comprend d'investigations théoriques et de campagnes de mesures, à l'exception du projet Metropolis initié il y a un an dans le cadre du RNRT (Réseau National de Recherche en Télécommunications) qui a précisément comme objet de combler une part de cette lacune et œuvre à la définition d'une méthode de mesure pour la métrologie des réseaux IP.

¹ Les approches actuelles pour permettre à toutes les nouvelles applications multimédias et / ou interactives de fonctionner sur l'Internet actuel sont généralement basées sur le sur-dimensionnement des ressources qui apparaît comme une solution transitoire mais ne pourra certainement pas être une solution pérenne dans le temps pour des raisons d'optimisation des coûts, voire de limitations technologiques qui pourraient arriver rapidement dans ces conditions.

Pour établir un état de l'art sur la métrologie des réseaux IP, il faut se reporter aux travaux effectués aux Etats Unis, qui sont à l'origine des principales publications dans le domaine. Parmi de nombreux articles parus dans la littérature technique, on peut citer les papiers suivants pour les campagnes de mesure dans un réseau IP:

- K. Claffy et G. Miller. *The nature of the beast : recent traffic measurements from an Internet backbone*.
- K. Thompson, G. Miller, R. Wilder. *Wide area Internet traffic pattern and characteristics*. IEEE Network Magazine, Décembre 1997.

Ces deux articles présentent des mesures effectuées sur le réseau dorsal IP de MCI. De nombreuses études sont en cours sur ce sujet chez AT&T, Sprint, etc.

En ce qui concerne, l'étude de la dynamique des protocoles de l'Internet, on peut citer les travaux de Vern Paxson (par exemple son article *End to end Internet packet dynamics*, IEEE/ACM Trans. Net. 7(3), 1999).

La modélisation de TCP s'avère essentielle actuellement, à la fois pour des raisons techniques et économiques, et de nombreuses études sont apparues dernièrement dans la littérature (cf. les travaux de Floyd, ceux de Towsley, ceux de Lakshman de AT&T, etc.). Outre ses composantes « réseaux », la métrologie inclut nécessairement une problématique « traitement du signal, analyse de données ». Il est essentiel, en effet, de pouvoir conduire des analyses mathématiques et statistiques des flux d'information circulant sur ces réseaux. Ceci afin de savoir décrire ces flux et exploiter ces modélisations. L'invention, le développement et la mise en œuvre d'outils « traitement du signal » spécifiquement orientés vers et adaptés aux propriétés caractéristiques des données « trafic » constituent donc un enjeu scientifique et technique important.

En outre de nombreux projets sont actuellement soutenus par la NSF et le programme de recherche en technologie de l'information aux Etats-Unis.

La recherche française, dans ce domaine est en retard, ne serait-ce qu'au niveau du déploiement et des outils de métrologie au niveau des réseaux nationaux. Ceci empêche naturellement la conduite d'études métrologique sur les réseaux IP français. Pourtant la compétence scientifique existe en France, mais elle est dispersée et déstructurée.

Objectifs

L'objectif premier de cette AS consiste donc à établir une cartographie des équipes de recherches françaises, d'abord, européennes éventuellement, déjà parties prenantes ou désirant s'impliquer dans des activités de métrologie et appartenant soit à la communauté « réseaux » soit à la communauté « signal ».

L'objectif deuxième est d'avoir un rôle fédérateur pour les activités de ces équipes et les travaux de ces deux (ou plus ?) communautés. Il s'agira de tenter de mettre en synergie les savoirs, savoir-faire, les compétences et les outils des chercheurs de ces communautés, d'identifier les complémentarités et de définir, dans un vocabulaire commun, les thèmes de travaux communs. Il faudra faire en sorte de mutualiser les ressources, et atteindre une masse critique sur ce thème.

L'objectif troisième est de dégager les axes et directions de travail à moyen terme et de faire émerger les collaborations correspondantes nécessaires. En particulier, la réorientation et structurations des forces existantes dans le domaine de la métrologie doit conduire à la proposition de projets de recherche dans le cadre de programmes nationaux (comme le RNRT), de programmes européens (dans le cadre du 6^{ème} PCRD), et des actions transversales notamment avec le GET et l'INRIA par exemple.

Equipes connues

Les équipes qui ont été identifiées dans une première approche font partie de deux GDR :

- Le GDR ARP (Architecture, Réseaux et Parallélisme)
- Le GDR ISIS (Information, Signal, Image et viSion)

Ces équipes sont les suivantes :

Académie

- LAAS, Toulouse
- ENS Lyon
- ENST, Paris
- LIP6, Paris
- INT Evry
- LIMOS, ISIMA, Clermont-Ferrand
- Projet TREC INRIA, ENS Paris
- Projet ARMOR, IRISA, ENST Bretagne, Rennes
- Université de Haute-Alsace, Colmar
- CRAN Nancy
- LSIIT, Strasbourg

Partenaires associés

- GET (EURECOM, Sophia Antipolis)
- INRIA, Rocquencourt

Partenaires industriels

- France Télécom R&D, Lannion

Partenaires publics

- RNRT
- RENATER

Il est à noter que le projet RNRT METROPOLIS représente une première action importante qui sera une source d'information intéressante pour cette AS. A noter également que cette AS s'intègre dans les cadres plus généraux des réseaux thématiques pluridisciplinaires (RTP) « réseau » et « mathématiques de l'information, des signaux et des systèmes » du département STIC du CNRS respectivement animés par Michel Diaz (LAAS-CNRS) et Eric Moulines (ENST Paris).