



David Yellern

Markus Hofmann

que cela soit économiquement viable, nous devons non seulement intégrer de multiples canaux dans une unique fibre optique, mais également combiner de multiples émetteurs et récepteurs à l'aide de nouvelles technologies telles que l'intégration photonique. Cette approche constitue le « multiplexage spatial ».

Toutefois, se contenter de renforcer l'infrastructure existante ne suffira pas pour répondre aux besoins croissants des communications. Ce dont nous avons besoin, c'est d'une infrastructure qui ne voie plus simplement dans les données brutes des bits et des octets, mais plutôt des morceaux d'information ayant une pertinence pour l'utilisateur d'un ordinateur ou d'un téléphone. En consultant la météo, est-ce que vous voulez connaître la température, la

vitesse du vent et la pression atmosphérique, ou est-ce que vous voulez simplement savoir comment vous habiller ? Telle est l'idée des réseaux d'information.

PLS

En quoi les « réseaux d'information » diffèrent-ils de l'Internet d'aujourd'hui ?

→ **MARKUS HOFMANN** : De nombreuses personnes, à propos d'Internet, parlent de réseau « stupide », mais je n'aime pas ce terme. Ce qui a été au départ le moteur d'Internet, c'était l'échange asynchrone (pas en temps réel) de documents et de données. La plus forte exigence vis-à-vis du système était celle de la résilience : il devait être capable de continuer

à fonctionner même si un ou plusieurs nœuds (ordinateurs, serveurs, etc.) s'arrêtaient de fonctionner. Et le réseau était conçu pour considérer les données comme du simple trafic numérique, et non pour interpréter la signification de ces données.

Aujourd'hui, nous faisons d'Internet un usage qui nécessite des performances en temps réel, qu'il s'agisse de regarder des vidéos diffusées en flux (*streaming*) ou de téléphoner. En même temps, nous engendrons beaucoup plus de données. Le réseau doit devenir plus informé sur le contenu qu'il véhicule afin de mieux établir les priorités dans les acheminements et de fonctionner plus efficacement.

Par exemple, si je fais une conférence vidéo dans mon bureau et que je détourne la tête de l'écran pour bavarder avec quelqu'un qui vient d'entrer dans la pièce, le dispositif devrait être capable d'interrompre la transmission vidéo jusqu'à ce que mon attention revienne vers l'écran. Le système reconnaîtrait que mon attention est engagée ailleurs et ne gaspillerait pas de bande passante pendant que je parle avec la personne dans mon bureau.

PLS

Comment rendre un réseau plus informé du contenu qu'il transporte ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Il y a différentes approches. Si vous voulez en savoir davantage sur les données qui traversent un réseau (par exemple pour envoyer au serveur Web le plus proche une requête d'utilisateur pour une page Web), alors vous utilisez un logiciel pour jeter un coup d'œil dans le paquet de données, ce qu'on appelle DPI (*Deep Packet Inspection*, Inspection des paquets en profondeur).

Imaginez une lettre physique que vous envoyez par la poste dans une enveloppe portant l'adresse du destinataire. Le service postal se moque de ce que dit la lettre ; seule l'adresse le concerne. C'est ainsi que fonctionne Internet aujourd'hui par rapport aux données. Avec le DPI, un logiciel dit au réseau d'ouvrir l'enveloppe des données et de lire au moins une partie de ce qui est dedans. Mais vous ne pouvez obtenir qu'une quantité limitée d'information de cette manière, et cela nécessite une importante puissance de calcul. De plus, si les données à l'intérieur du paquet sont cryptées, le DPI ne fonctionnera pas.

Une meilleure option serait d'étiqueter les données et de donner au réseau des instructions sur la façon de manipuler différents types de données. Il y aurait une règle qui dicterait qu'un flux vidéo a priorité sur un courriel, sans avoir besoin de révéler exactement ce qu'il y a à l'intérieur du flux vidéo ou du courriel. Le réseau prendrait simplement en compte ces étiquettes de données au moment de prendre des décisions d'acheminement.

PLS

Les données qui circulent sur Internet ont déjà des étiquettes d'identification – pourquoi ne pas utiliser celles-là ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Tout dépend du niveau auquel ces étiquettes sont utilisées. Par exemple, des paquets de données qui utilisent le protocole Internet ont un en-tête qui inclut la source et l'adresse de destination. On pourrait les considérer comme des « étiquettes », mais ils apportent une information très limitée. Ils n'indiquent pas à quel site Web l'utilisateur fait une requête. Ils ne disent pas si les données appartiennent à un flux vidéo (en temps réel) ou si elles peuvent être traitées par lots. Je parle d'étiquettes plus riches, de niveau supérieur, ou de métadonnées qui peuvent en partie être liées à ces étiquettes de plus bas niveau.

PLS

Avec la hiérarchisation du trafic sur la base du contenu en information, le réseau risquerait-il de favoriser certains types de trafic aux dépens d'autres types ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Cela ne devrait pas être différent de ce qu'on observe déjà, par exemple, sur les routes et dans les rues. Quand nous entendons un véhicule de secours avec ses sirènes hurlantes, nous sommes tous censés nous ranger sur le côté et dégager la voie afin de laisser ce véhicule passer aussi facilement et rapidement que possible, ce qui permet parfois de sauver des vies. Dans ce cas, l'étiquette est la sirène – dès lors que nous reconnaissons qu'il y a une urgence, nous n'avons pas besoin de savoir qui est dans le véhicule ni la nature de son problème, et nous nous comportons en conséquence. Devrions-nous également donner à certains paquets circulant sur Internet la

priorité en cas d'urgence ? Tout est affaire de transparence et de comportements concertés – sur la route comme sur Internet.

PLS

Même si un réseau plus intelligent peut aiguiller les données plus rationnellement, le contenu croît exponentiellement. Comment réduire la quantité de trafic qu'un réseau doit gérer ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Nos téléphones, ordinateurs et autres gadgets engendrent une bonne quantité de données brutes que nous envoyons alors à des centres de données pour les traiter et les stocker. Dans l'avenir, nous ne pourrions plus recalibrer l'envoi de toutes ces données autour du globe pour qu'elles soient traitées dans un centre. Nous devrions plutôt nous tourner vers un modèle où les décisions sur le sort des données sont prises avant que ces dernières ne soient mises sur le réseau.

Par exemple, si vous avez une caméra de sécurité à l'aéroport, vous programmez la caméra, ou le petit serveur contrôlant de multiples caméras, pour faire localement de la reconnaissance faciale, en utilisant une base de données stockée dans la caméra ou le serveur, avant d'envoyer de l'information sur le réseau.

■ BIOGRAPHIE

Markus HOFMANN, informaticien, dirige *Bell Labs Research*, l'organisme de recherche de la Société *Alcatel-Lucent* situé dans le New Jersey, aux États-Unis. Il a rejoint les Laboratoires *Bell* en 1998, après avoir travaillé à l'Université de Karlsruhe, en Allemagne.

■ BIBLIOGRAPHIE

M. Hofmann et L. Beaumont, *Content Networking*, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.

PLS

Comment les réseaux d'information répondent-ils aux exigences de respect de la vie privée ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Pour l'instant, le respect de la vie privée est binaire : soit vous préservez votre vie privée, soit vous y renoncez presque complètement pour obtenir certains services personnalisés, comme des suggestions musicales ou des bons de réduction en ligne. Il faudrait trouver un juste milieu, qui permettrait aux utilisateurs de contrôler leur information.

Le principal problème est qu'il faut que cela soit simple pour l'utilisateur. Voyez comme il est compliqué de gérer votre vie privée sur les réseaux sociaux. Par exemple, vous retrouvez vos photographies dans la galerie de photos de personnes que vous ne connaissez même pas. Il devrait y avoir l'équivalent numérique d'un bouton de réglage qui vous permette