Applications adaptatives et usages de la mobilité dans IPv6

François LEIBER
Nautilus6 Working Group / WIDE Project / KEIO University
Murai Lab., Shin Kawasaki Town Campus
144-8 Ogura, Sawai-ku, Kawasaki, Kanagawa, 212-0054 Japan
Tel. : +81 445 80 1600 – Fax. : +81 445 80 1437
E-mail : fleiber@sfc.wide.ad.jp

Résumé :

Le but de cet article est de présenter des exemples d'utilisation des récents protocoles qui permettent aux terminaux mobiles utilisant IPv6 (Internet Protocol version 6, la nouvelle version du protocole IP qui régit les communications entre ordinateurs distants), de rester connectés à Internet même lorsqu'ils se déplacent. Après une rapide présentation de la problématique et de ces différents protocoles, je parlerai de deux projets qui sont développés dans le cadre du groupe de travail international Nautilus6 (au sein de l'organisation WIDE, basée à Keio University), dans lequel je travaille actuellement au Japon : tout d'abord une collaboration avec le projet School Of Internet (SOI), qui vise à permettre à toute personne de suivre des cours sur un terminal mobile tel un PDA (Personal Digital Assistant), grâce au protocole Mobile IPv6, qui permet de maintenir les communications lors des déplacements d'un seul équipement ; puis E-Wheelchair, dont le but est de démontrer un usage possible de la mobilité des réseaux, gérée par le protocole NEMO Basic Support, qui permet de maintenir les communications lors des déplacements d'un réseau tout entier.

Abstract :

The aim of this paper is to present different usages of the recent protocols which enable mobile terminals using IPv6 (the new version of the Internet Protocol, managing communications between distant computers), to remain connected to the Internet even while on the move. After a brief description of the problem statement and of these different protocols, I will speak about two projects which are being developed inside the international working group Nautilus6 (part of the WIDE organization, based at Keio University, Japan), in which I am currently working: firstly a collaboration with the School Of Internet project (SOI), which goal is to enable anyone to follow courses on mobile nodes like PDAs, at any time and any place; secondly the E-Wheelchair demonstration, which is aimed at demonstrating a possible usage of network mobility, handled by the NEMO Basic Support protocol, which enables whole networks to have permanent mobility even while moving.

Introduction :

Le monde entre depuis peu dans une logique où tout le monde peut se connecter partout et à tout moment, et ce, de manière toujours plus simple : déjà aujourd'hui tout le monde a un téléphone mobile sur soi, les gens emmènent leur ordinateur portable en voyage pour avoir accès à Internet et consulter leurs mails, etc. Le but des travaux dont je vais parler ici est de compléter ces possibilités pour avoir un Internet vraiment universel : autrement dit, tout appareil électronique doit pouvoir se connecter à Internet, partout, et tout le temps.

Ceci ne devient possible qu'avec la standardisation et le déploiement de la nouvelle version du protocole IP (une des bases des communications entre terminaux au travers d'Internet) : comparé à la version précédente IPv4, IPv6 intègre de nombreuses nouvelles fonctionnalités, dont le but est de répondre aux nouveaux besoins des utilisateurs et des applications qu'ils utilisent ; dans notre cas, nous noterons tout d'abord une possibilité d'adressage quasiment illimitée, ce qui permet de mettre en réseau chaque objet de notre vie. Ensuite, des protocoles développés à l'IETF [IETF] complètent ces avantages, comme Mobile IPv6 [MIP6] qui permet à l'utilisateur de rester connecté sans connaître de coupure, même lorsqu'il se déplace, en lui fournissant une adresse IPv6 fixe indépendante de sa localisation géographique ; même chose pour le protocole NEMO [NEMO], qui permet pour sa part de maintenir les communications lors des déplacements pour un réseau tout entier. Ce scénario devrait devenir très fréquent dans les années à venir, par exemple pour avoir des réseaux locaux dans les voitures, les bus, les trains, les avions, qui permettront aux passagers d'être connectés même lorsque le véhicule se déplace ; mais aussi avec de nouveaux usages comme les PANs (Personal Area Network, réseau constitué de quelques petits terminaux interconnectés, appareil photo digital, PDA, téléphone mobile, montre, etc), toujours connectés grâce à un ou plusieurs de leurs éléments, qui font alors office de routeurs mobiles (i.e. l'équipement qui connecte le réseau mobile a l'Internet).

Dans cet article nous ne détaillerons pas le fonctionnement de ces protocoles (se référer à [2], [3] ou aux documents fournis sur *http://www.ipv6.org* par exemple), mais plutôt ce qu'ils apportent, au travers de deux exemples de projets qui ne pourraient exister sans eux, développés l'un par le groupe de travail School Of Internet [SOI], et le deuxième par le groupe de travail Nautilus6 [N6], tous deux appartenant à l'organisation WIDE [Wide].

School Of Internet

Le groupe de travail SOI a démarré en 1997 dans le cadre de l'organisation WIDE et de l'université Keio. Son but est d'utiliser les nouvelles technologies de l'information, comme Internet, pour faire de l'enseignement à distance, c'est-à-dire pour distribuer de l'éducation de haut niveau, sans limitation géographique et à toute personne désirant apprendre. Autrement dit, comment créer un environnement universitaire complet et efficace sur Internet ? Ceci est particulièrement important en Asie du sud-est, où le faible développement économique rend une telle éducation rare, où la présence de nombreuses petites îles limite l'accès à l'éducation, mais où l'utilisation de technologies satellite permet l'accès à Internet partout, et ce avec un débit descendant correct.

Aujourd'hui, le projet SOI distribue déjà de nombreux cours qui ont été suivis par des milliers de personnes en « streaming ». Ce mot désigne une manière de transmettre des données à travers un réseau comme Internet, où les flux multimédias (comme du son ou de la vidéo) sont lus par le client au fur et à mesure qu'ils arrivent, ce qui signifie que l'utilisateur n'a pas besoin d'attendre d'avoir téléchargé un large fichier avant de voir la vidéo ou d'écouter le son. L'utilisateur a uniquement besoin d'un débit correct : si sa connexion à Internet souffre d'un très grand délai, comme c'est le cas avec les transmissions par satellite, la vidéo commencera peut-être une ou plusieurs secondes plus tard, mais ce n'est pas gênant pour regarder un cours comme c'est le cas ici.
Le projet SOI distribue deux types de contenus : les cours enregistrés, disponibles à la demande, et les cours en direct, qui se déroulent en même temps chez tous les clients connectés.

La collaboration entre les projets SOI et Nautilus6 cherche à mettre à profit le temps que passent beaucoup d'étudiants (et même beaucoup d'employés qui désirent toujours apprendre) dans les

transports chaque jour. Pourquoi ne pas en profiter pour en faire un moment pour suivre des cours ? Ainsi, en partant de chez lui, l'utilisateur commence à écouter un cours ; lorsqu'il marche il n'écoute que le son, mais dès qu'il est arrêté, par exemple lorsqu'il est dans le bus ou le train, il peut en plus regarder la vidéo, ou du texte et des transparents accompagnant le cours. Pour commencer, le projet SOI veut réaliser cela pour les étudiants du campus SFC (Shonan Fujisawa Campus) de Keio University, mais aussi avec plusieurs de ses utilisateurs professionnels habituels.

Aujourd'hui, il est nécessaire d'avoir un ordinateur de bureau ou un ordinateur portable avec une bonne connexion pour recevoir ces cours. Nautilus6 s'intéresse donc à rendre possible l'écoute de ces cours à partir d'une plateforme portable, comme un téléphone mobile ou un PDA (Portable Device Assistant).

L'intérêt du téléphone est que tout le monde en a un et que c'est particulièrement léger ; par contre, il est aujourd'hui difficile de déployer ses propres applications dessus, ils n'ont pas toujours une prise casque, l'écran n'est pas toujours assez grand pour afficher des transparents ou de la vidéo, le processeur n'est de toute façon pas forcément assez puissant pour la décompresser, etc.

En revanche, le PDA est un outil quasiment idéal. Prenons l'exemple du Zaurus de Sharp, que Nautilus6 a déjà utilisé dans le cadre d'expérimentations pour le protocole Mobile IPv6 : ce PDA est presque un véritable ordinateur tournant sous Linux, ce qui signifie que nous disposons de beaucoup de liberté pour développer des applications dessus ; son grand écran couleur permet de regarder de la vidéo, des images ou du texte de manière agréable ; son processeur est assez puissant pour lire de la vidéo en streaming, même de bonne qualité ; enfin il n'est pas trop lourd et tient juste dans la main, ce qui est un point essentiel pour une application qui sera probablement utilisée en marchant, ou debout dans un bus... Bref, c'est de manière naturelle que nous nous sommes tournés vers les PDAs pour ce projet.

Reste ensuite à résoudre le problème de la connexion à Internet : quelle technologie sans fil utiliser pour suivre le cours ? Sur le trajet, il faut forcément passer par une technologie de type cellulaire, comme AirH pour laquelle il existe des cartes pour les PDA, mais qui est à faible débit (moins de 16 Ko/s) ; ensuite, dès que la personne arrive suffisamment proche de son campus ou de son entreprise, elle peut continuer en utilisant une technologie de réseau sans fil à haut débit comme le WiFi (au moins plusieurs centaines de Ko/s). Ce qui amène un autre problème : comment gérer ces changements de réseaux, autrement dit comment rester connecté et adapter le flux reçu lorsqu'on passe d'un type de connexion à l'autre, mais aussi lorsqu'on change de réseau en gardant la même technologie d'accès ? Pour le premier point, le protocole Mobile IPv6 offre une réponse simple et efficace, que nous avons déjà présentée et qui fournit au mobile une adresse IPv6 constante ; ceci permet de ne pas rompre les connexions en cours. Pour le deuxième, commençons par préciser ce qui est sous-entendu par le mot adaptation : en résumé, cette notion est liée au fait que l'application ne peut pas faire les mêmes choses suivant la bande passante qu'elle peut utiliser. Par exemple, il n'est pas possible de regarder de la vidéo si l'on utilise une technologie comme AirH. Lorsqu'il sera sur le trajet, l'utilisateur sera donc limité à écouter le cours, voire lire du texte ou des images fixes (des transparents) sur l'écran du PDA, mais lorsqu'il commencera à utiliser le réseau WiFi, il pourra alors aussi regarder la vidéo. Le problème existe aussi dans l'autre sens, si l'utilisateur passe à une connexion avec une bande passante beaucoup plus faible, il faut que l'application le détecte et demande au serveur d'arrêter d'envoyer de la vidéo. Ce problème d'adaptation automatique est important pour garantir la qualité des applications à fortes contraintes de temps-réel et de bande passante comme le streaming, et donc pour le confort de l'utilisateur, mais n'est pas évident à résoudre : comment détecter le débit dont peut disposer l'application à un moment donné ? Les solutions envisageables sont de plusieurs sortes :

- Savoir à l'avance quel est le débit de chaque type de connexion, mais cette solution ne prend par exemple pas en compte l'encombrement du réseau ;
- Supposer que le débit est lié à une autre propriété du réseau que l'on peut facilement calculer, comme le temps mis par un paquet pour aller du serveur au client, malheureusement cette supposition est souvent trop simpliste ;
- Détecter le niveau de perte de paquets, baisser le débit s'il est au-dessus d'un certain seuil et essayer de l'augmenter s'il n'y a eu aucune perte pendant un temps donné, cette solution est intéressante mais l'application met du temps a s'adapter.

Bref, il n'existe aucune solution parfaite, surtout vu la large variété des scénarios que l'on peut rencontrer...

E-Wheelchair [1]

En installant un réseau connecté en permanence sur un fauteuil roulant, le but de Nautilus6 est de démontrer l'usage concret de la mobilité dans IPv6 et plus particulièrement du protocole NEMO, ainsi que de montrer comment ces technologies peuvent servir de base à un système de communication opérationnel.

La clientèle est naturellement toute personne qui a besoin d'une chaise roulante, c'est-à-dire soit une personne en mauvaise condition physique qui a besoin d'être surveillée en continu, soit une personne qui a simplement un problème moteur sans nécessiter de surveillance, et qui cherche des moyens d'augmenter son indépendance.

Pour la surveillance, le fauteuil roulant pourra combiner des informations de différents types, d'autant plus que la personne n'a pas forcément l'usage de ses cinq sens pour communiquer un éventuel problème : informations visuelles (caméra numérique), auditives (microphone), sensorielles (senseur de pression, détecteur de mouvement, ...), médicales (rythme cardiaque, pression sanguine, ...) ou environnementales (location, température, humidité, ...). Certains de ces senseurs existent déjà, comme ceux qui ont été développés dans d'autres groupes de travail au sein du projet WIDE, par exemple E-Care [ECare] et InternetCAR [iCAR]. Les informations récupérées à distance pourront être traitées au moins en partie automatiquement, et alerter le personnel adéquat en cas de signal inquiétant. C'est d'ailleurs là que réside l'un des intérêts d'IPv6, puisque chaque terminal du réseau est directement joignable de l'extérieur grâce à son adresse unique, et ce de manière totalement transparente.

Mais les informations ne seront pas uniquement transmises du fauteuil vers l'extérieur, elles pourront aussi être utilisées pour connecter la personne au reste du monde et à ses proches, grâce à des écrans et des hauts-parleurs, ce qui peut par exemple être utilisé pour faire des vidéoconférences, regarder des vidéos d'information ou de divertissement, etc.

Un tel système « sensible » présuppose un ensemble de points fondamentaux, que les fonctionnalités des protocoles IPv6 et NEMO permettent enfin de mettre en oeuvre de manière simple et efficace :

- Pour la permanence de l'accès au réseau lors des déplacements, deux mécanismes peuvent être mis en oeuvre : celui où chaque noeud du réseau sur le fauteuil roulant gère lui-même sa propre mobilité grâce à Mobile IPv6, comme ce que nous utilisons pour SOI vu qu'il n'y a alors qu'un seul équipement ; ou alors la solution que nous avons retenue, beaucoup plus simple et efficace où, grâce à NEMO, seul le (ou les) routeur qui connecte le réseau au reste du monde a besoin de gérer la mobilité, et où tous les noeuds du réseau utilisent simplement IPv6 sans avoir à s'occuper de la mobilité.
- La robustesse pour éviter les pannes qui pourraient arriver au mauvais moment : le protocole NEMO permet à plusieurs terminaux dans le réseau ou à plusieurs interfaces réseau sur un seul terminal d'être connectés en même temps (multi-domiciliation), ce qui assure la permanence de la connexion même en cas de rupture d'un accès.
- La sécurité et la confidentialité pour être sûrs que les informations transférées sur ce réseau ne sont ni détournées ni modifiées, et enfin la validité du passage à l'échelle pour être sûrs que ce système continuera d'être opérationnel même s'il est utilisé par de nombreux utilisateurs.
- La qualité des applications ayant des contraintes de temps-réel grâce aux mécanismes qui pourront être intégrés dans les routeurs mobiles : un protocole permettant aux noeuds du réseau de discuter avec le (ou les) routeur mobile pour avoir des informations sur l'état du réseau ou indiquer ses besoins, de bande passante par exemple, est actuellement à l'étude. Grâce à ce protocole, les applications sur les terminaux pourront s'adapter aux conditions du réseau comme expliqué page 4. Bien sûr, les problèmes évoqués précédemment ne sont pas résolus, la détection de la qualité du réseau étant maintenant uniquement laissée au soin du routeur mobile.
- La facilité d'utilisation : même si les services proposés sont toujours utiles, il faudra faire

attention à garder l'utilisation de la technologie la plus simple possible, sa compréhension ou son utilisation étant souvent difficile pour cette catégorie d'utilisateurs.

Le groupe de travail Nautilus6 développe en parallèle un deuxième environnement basé sur le même système de communication que E-Wheelchair, mais plus dans une optique ludique et de démonstration : E-Bike [EBike], qui comme son nom l'indique, a pour but l'installation d'un réseau mobile sur un vélo. Bien qu'ayant plus de problèmes concernant l'encombrement et l'alimentation des différents constituants du réseau, ce projet promet une démonstration beaucoup plus pratique, déplaçable et ludique, pour promouvoir la technologie sous-jacente dans E-Wheelchair.

Conclusion :

Ces deux exemples présentés dans cet article, SOI et E-Wheelchair, ne peuvent exister que grâce aux nouveaux protocoles récemment développés autour d'IPv6, et ce n'est que le début. De plus en plus de projets et d'applications vont pouvoir à partir d'aujourd'hui tirer partie des fonctionnalités de mobilité de Mobile IPv6 et de NEMO, nous approchant un peu plus de l'ubiquité d'Internet dont on parle souvent. Fonctionnalités qui, bien exploitées, permettront dans les prochaines années de changer notre manière de vivre.

References

[SOI] School Of Internet
http://www.wide.ad.jp/project/wg/soi.htm.
[Wide] WIDE Project.
http://www.wide.ad.jp/.
[N6] Nautilus6, WIDE Project.
http://www.nautilus6.org/.
[ECare] E-Care, WIDE Project.
http://www.e-care-project.jp/english/index.html.
[iCAR] InternetCAR, WIDE Project.
http://www.wide.ad.jp/InternetCAR/.
[Ebike] Plateforme de démonstration E-Bike dans le projet Nautilus6.
http://www.nautilus6.org/demo/ebike.html.
[IETF] Internet Engineering Task Force.
http://www.ietf.org/
[MIP6] Host Mobility for IPv6 Working Group (MIP6), IETF.
http://www.ietf.org/html.charters/mip6-charter.html
[NEMO] NEtwork MObility Working Group (NEMO), IETF.
http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html
[INRIA] Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
http://www.inria.fr/
[1] Thierry Ernst. E-Wheelchair: A Communication System Based on IPv6 and NEMO, nd International Conference On Smart homes and health Telematics (ICOST2004) September 15 17, 2004, Singapore
[2] S. Deering and R.Hinden. Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification. Request For Comments 2460, IETF, December 1998.
[3] Thierry Ernst, Les Reseaux Mobiles dans IPv6, Support Necessaire au Multimedia [NEMO] MCube, Montbelliard, France, March 2004

Remerciements

Thierry ERNST qui m'encadre dans mon travail au Japon, ainsi que tout le reste de l'équipe du projet Nautilus6.