

La mobilité dans la future génération de protocoles de signalisation du monde IP

Badr Benmammar et Francine Krief

Laboratoire Informatique de Paris Nord, Université de Paris 13,
{[bm, _krief](mailto:bm_krief@lipn.univ-paris13.fr)}@lipn.univ-paris13.fr
93430 Villetaneuse

Résumé : Fournir à des terminaux mobiles IPv6 la QoS demandée est un domaine de recherche très important. Dans les réseaux à intégration de services, la plupart des travaux cherchent à étendre le protocole RSVP à un environnement mobile. Cet article décrit une nouvelle procédure de réservation de ressources à l'avance dans un environnement sans fil. Il est basé sur l'application de signalisation QoS NSLP, issue des travaux du WG NSIS de l'IETF. Cette réservation est basée sur un objet MSpec qui détermine les futures localisations du terminal. Afin d'augmenter les performances du handover, nous proposons d'utiliser un protocole de transfert de contexte (CTP).

Mot-clés : Signalisation, Handover, Réseaux sans fil, Qualité de service, HMIPv6.

1 Introduction

L'IETF a lancé en 2002 le groupe de travail NSIS (Next Steps In Signaling). L'objectif initial de ce groupe était d'unifier toutes les solutions existantes de signalisations IP ou de les faire coexister. Avec l'émergence des réseaux IP et le nombre croissant d'applications exigeantes en terme de QoS, le problème de la signalisation est devenu de plus en plus critique. Fournir une signalisation universelle qui tient compte de la QoS ainsi que de la sécurité et de la mobilité est une tâche très difficile. Le groupe de travail NSIS a visé en premier lieu la QoS, et a proposé l'application de signalisation QoS NSLP (Van den Bosch et al., 2004). A l'heure actuelle des réflexions sur la sécurité sont menées mais peu de chose existe concernant la mobilité.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'impact de la mobilité sur la signalisation NSIS, pour cela nous proposons d'utiliser les messages de QoS NSLP afin de faire des réservations à l'avance de façon à garantir la qualité de service durant le handover.

Deux facteurs sont essentiels pour minimiser la dégradation de services durant le handover :

1. La disponibilité des ressources dans les zones où le mobile peut se rendre.
2. Le délai d'établissement de la réservation sur le nouveau chemin.

Pour améliorer les performances, plusieurs pistes sont possibles, comme la réservation de ressources à l'avance, les protocoles de mobilité ou encore le transfert de contexte.

La réservation de ressources à l'avance exige que les ressources soient réservées à l'avance dans toutes les zones où l'utilisateur mobile peut se rendre. Ces endroits peuvent être définis à travers l'analyse d'un profil de mobilité, ce dernier étant déterminé soit par le réseau, soit par le MH (Mobile Host) lui-même. Dans notre cas, ce profil sera fourni par une interface intelligente (Jrad et al., 2003). La réservation de ressources à l'avance est faite selon un objet MSpec inclus dans un profil de mobilité. Nous proposons un format pour le MSpec, qui sera inclus dans les messages de QoS NSLP.

Dans cet article nous nous intéressons, plus particulièrement, à la réservation de ressources à l'avance avec QoS NSLP dans un environnement sans fil visant à minimiser l'impact du handover sur la qualité de service.

Nous commençons par présenter l'application de signalisation QoS NSLP, ainsi qu'une synthèse des travaux portant sur la réservation de ressources à l'avance dans un environnement mobile. Nous présentons, ensuite, le protocole de transfert de contexte CTP, qui sera utilisé lors du handover pour augmenter les performances. Enfin nous décrivons la procédure de réservation à l'avance avec QoS NSLP ainsi que la procédure du handover.

2 L'application de signalisation QoS NSLP

Le groupe de travail NSIS propose de standardiser une architecture comprenant les couches NTLP (NSIS Transport Layer Protocol) et NSLP (NSIS Signaling Layer Protocol).

Le protocole GIMPS (Schulzrinne et al, 2004) (General Messaging Protocol for Signaling) est spécifié par NSIS afin de jouer le rôle de la couche NTLP, il est utilisé pour le transport de la signalisation. La couche NSLP supporte plusieurs applications de signalisation parmi lesquelles QoS NSLP (Van den Bosch et al., 2004).

QoS NSLP permet de générer une signalisation afin de fournir un certain niveau de QoS, elle est indépendante du modèle de QoS utilisé (Diffserv, Intserv,...).

QoS NSLP génère quatre types de messages :

- **Reserve** : le seul message qui manipule l'état de la réservation (rafraîchir, créer, supprimer).
- **Response** : il permet d'envoyer une réponse à un message reçu antérieurement.
- **Query** : ce message est utilisé pour demander des informations concernant les nœuds présents sur le chemin des données, comme par exemple, les ressources disponibles.
- **Notify** : Ce type de message permet d'informer un nœud sans demande préalable.

Un message QoS NSLP comprend une entête commune à tous les messages, elle est suivie par des objets dont l'utilisation est déterminée selon chaque type de message. Parmi ces objets on peut citer : Response Request, Refresh Period, Session ID, Error SPEC, QSpec,

Nous nous intéressons en particulier à l'objet QSpec, car à travers cet objet, on peut spécifier la QoS demandée. QSpec est transparent pour QoS NSLP, il peut contenir les caractéristiques du trafic (TSPEC de RSVP), une description de la QoS désirée (RSpec) ainsi que les ressources disponibles (ADSpec). QSpec correspond aux trois objets spécifiés dans RSVP.

Les paramètres suivants sont proposés pour le QSpec (Ash et al., 2004)

- 1) QSpec ID
- 2) QSM Control Information
- 3) QoS Description: Traffic Descriptors, QoS Class, QoS Characterization, Exces Treatment, Priority and Reliability, Service Schedule, Monitoring Requirements.

QoS NSLP s'appuie sur GIMPS pour transporter la signalisation. Des fonctionnalités comme l'identification du QNE adjacent, la détection du dernier QNE, ou bien un paramètre comme Session ID sont identifiés par GIMPS et envoyés à QoS NSLP par l'intermédiaire d'une API.

3 Réserve de ressources à l'avance

3.1 Travaux réalisés dans les réseaux mobiles

Depuis peu, de nombreux travaux s'intéressent à la réservation de ressources à l'avance afin de fournir la QoS nécessaire aux terminaux mobiles. Dans les réseaux à intégration de services, la plupart des travaux cherche à étendre le protocole RSVP à un environnement mobile.

Les auteurs dans (Talukdar et al., 2001) ont proposé un nouveau protocole de réservation de ressources qui est MRSVP. Dans leur modèle de réservation, le terminal mobile peut faire des réservations à l'avance dans un ensemble d'endroits nommé MSPEC (Mobility Specification).

Min-Sun Kim et al. (Min-Sun et al., 2001) ont proposé un protocole de réservation de ressources dans un environnement mobile. Le protocole proposé introduit la notion de *RSVP agent* afin de garantir la QoS nécessaire à travers une réservation de ressources à l'avance. Dans leur protocole, il existe trois classes de réservation de ressources :

- *La classe Free* : elle représente les ressources utilisées en BE.
- *La classe Reserved* : elle représente les ressources réservées et actuellement utilisées, pour un flux spécifique.
- *La classe Prepered* : elle représente les ressources réservées pour un flux spécifique et qui ne sont pas actuellement utilisées.

Wen-Tsuen Chen et al (Chen et al., 2000) ont proposé un nouveau protocole de signalisation dans un environnement mobile. Ce protocole fournit les ressources nécessaires à travers des réservations à l'avance dans les zones où le terminal mobile est supposé se rendre. Le protocole étend RSVP à un environnement mobile, la mobilité du terminal est modélisée comme des transitions entre des groupes multicast.

Levine et al. (Levine et al., 1995) ont proposé un mécanisme de contrôle d'admission ainsi que d'allocation de ressources, basés sur un nouveau concept nommé « *Shadow Cluster* », pour améliorer la QoS des appels mobiles en réduisant le nombre d'appels annulés dans les réseaux ATM sans fil.

Talukdar et al. (Talukdar et al., 1999, Talukdar et al., 1977) ont décrit une architecture permettant de supporter à la fois les services « *mobility independent* » et « *mobility dependent* » dans le même réseau. Dans cette architecture, le concept de réservation active et passive est utilisé pour obtenir une meilleure utilisation des ressources. La réservation pour un flux sur un lien est dite active, si les paquets de ce flux passent par ce lien afin d'arriver au récepteur. La réservation est dite passive, si les ressources sont réservées pour ce flux sur le lien, mais les paquets actuels pour ce flux ne sont pas transmis sur ce lien. Les ressources de la réservation passive peuvent être utilisées par d'autre flux qui ne demandent pas beaucoup de garantie, comme les flux de type BE.

Ferrari et al. (Ferrari et al., 1995) ont décrit un mécanisme distribué pour faire des réservations à l'avance pour des connexions temps réel. Dans ce mécanisme, la demande de réservation est classifiée selon deux types : *immediate* et *advance*.

- Une réservation de type *Immediate* est activée au moment de la demande, sa durée n'est pas spécifiée ;
- Une réservation de type *advance* est associée à deux paramètres : *starting time* (temps d'activation de la réservation), et *duration* (période de réservation).

Dans certaines situations, il est possible qu'une demande immédiate de réservation soit annulée en raison de la non disponibilité des ressources dans le futur bien que les ressources soient disponibles au moment de la demande de réservation. Pour éviter une telle situation, les auteurs dans (Ferrari et al., 1995) ont suggéré une partition dynamique des ressources réseaux en « *immediate partition* » et « *advance partition* ». La demande immédiate de réservation est accordée suivant la partition immédiate et la demande de la réservation à l'avance est accordée suivant la partition à l'avance. La taille des deux partitions est déterminée à travers l'usage et la demande qui est faite de chaque partition.

Wolf et al. (Wolf et al., 1995) ont décrit une architecture pour supporter la réservation à l'avance dans le réseau. Degermark et al. (Degermark et al. 1995) ont proposé un algorithme de contrôle d'admission pour prédire les services afin de supporter la réservation à l'avance et évaluer l'impact de cette réservation sur les performances du réseau.

Terzis et al. (Terzis et al., 1999) ont proposé un protocole de signalisation dans les réseaux mobiles et sans fil qui permet au nœud mobile d'initier et maintenir la réservation lors d'une mobilité intra-domaine. Cependant, ils ne traitent pas de la mobilité inter-domaine.

Acampora et Naghshineh (Acampora et al., 1994) ont présenté une architecture dans le cadre du « *high-speed mobile ATM network* ». Ils ont utilisé un nouveau concept nommé « *virtual connection tree* ».

Singh (Singh, 1996) a introduit deux nouveaux paramètres de QoS qui sont : *loss profile* et *probability of seamless communication*, résultant de la mobilité du terminal. Il a décrit une architecture réseau et une suite de services de niveau transport pour satisfaire ces paramètres de QoS.

Lee (Lee, 1995) a présenté une architecture nommée « *adaptive reserved service* » utilisée dans les réseaux à intégration de services afin de supporter les connexions mobiles qui supportent des trafics multimédia.

3.2 Avantages

Les avantages de la réservation de ressources à l'avance sont :

1. Une meilleure QoS par rapport aux autres mécanismes puisque les ressources sont réservées à l'avance le long de tous les chemins que le mobile peut emprunter.
2. Un traitement continu de la QoS pour les paquets destinés à et envoyés par l'utilisateur mobile. Ceci réduit les pertes de paquets et le délai de réservation des ressources sur le nouveau chemin.
3. La réservation de ressources à l'avance est très utile pour les applications multimédia, qui sont très sensibles au délai et à la perte de paquets.

3.3 Inconvénients

Les inconvénients de la réservation de ressources à l'avance sont :

1. Le coût par rapport aux autres solutions, puisqu'elle exige que les ressources soient réservées le long de tous les chemins que le mobile peut emprunter.
2. Comme les routeurs réservent les ressources même lorsque l'utilisateur mobile ne les utilise pas, le nombre d'utilisateurs et de flux qui peuvent être supportés par le routeur est réduit.
3. Le terminal mobile peut faire des réservations à l'avance dans un ensemble d'endroits nommé MSPEC (Mobility Specification), représentant les zones où le terminal mobile est supposé se rendre au cours d'une session. La détermination à l'avance de cet ensemble d'endroits est un domaine de recherche très important, car il est très difficile de déterminer à l'avance le MSPEC pour le terminal mobile. Plusieurs mécanismes ont été proposés pour déterminer approximativement cet ensemble d'endroits par le réseau (Liu et al., 1995, Liu et al., 1997, Lu et al., 1996). MSPEC peut être aussi déterminé par le terminal mobile comme une partie de son profil de mobilité (Talukdar et al., 2001).

4. Transfert de contexte

Pendant le handover et avant l'installation du nouveau chemin. Les paquets sont toujours envoyés vers l'ancien chemin. Ceci conduit à des pertes de paquets, dégradant ainsi la QoS. Pour surmonter ce problème, un tunnel entre l'ancien et le nouveau chemin peut être établi d'une manière temporaire, de sorte que tous les paquets envoyés à l'ancien chemin puissent être renvoyés au nouveau chemin.

Cependant, ici encore, il y aura une certaine perte de paquets, et les paquets envoyés à l'ancien chemin souffriront du délai jusqu'à ce que le tunnel soit établi. Le mécanisme de tunneling convient mieux aux services qui sont sensibles aux pertes de paquets.

Une autre alternative consiste à faire un transfert de contexte entre l'ancien et le nouveau chemin. On appelle contexte, l'information nécessaire sur l'état actuel d'un service afin de le rétablir sur un nouveau sous-réseau.

Le transfert de contexte est le déplacement du contexte d'un routeur vers un autre afin de rétablir des services spécifiques sur le nouveau sous-réseau ou sur un ensemble de sous-réseaux (Kempf, 2002).

Parmi les services qui sont candidats au transfert de contexte, on peut citer :

- Authentication, Authorization et Accounting (AAA)
- Header Compression
- Quality de Service (QoS)
- Point to point protocol (PPP)
- Politiques

4.1 Le Protocole CTP

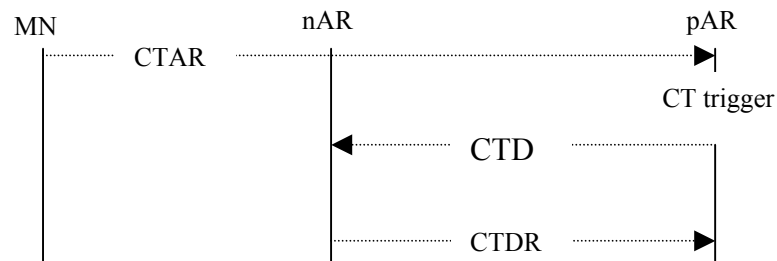
Le protocole CTP (Context Transfer Protocol) (Nakhjiri et al., 2004) permet le transfert de contexte. Il est en cours de définition à l'IETF au sein du WG Seamoby.

Un transfert de contexte peut être déclenché à l'initiative du nœud mobile (mobile controlled) ou à l'initiative du nouveau ou du précédent routeur d'accès (network controlled).

Le transfert de contexte a eu lieu quand un événement, tel que le handover, se déclenche. Un tel événement est nommé : un déclencheur de transfert de contexte (Context Transfer Trigger).

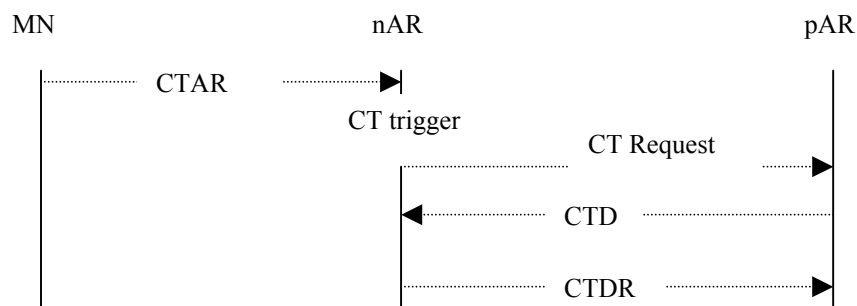
Les sections suivantes traitent les différents cas possibles de déclenchement de transfert de contexte.

4.1.1 Network controlled : Initié par le pAR



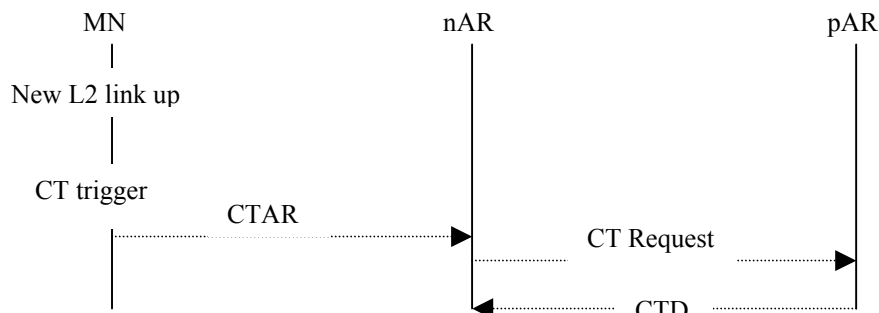
Dans ce cas, le MN (Mobile Node) envoie le message CTAR (Context Transfer Activate Request) au pAR (Previous Access Router), en réponse à ce message ou bien à travers un déclencheur interne (ex : link-layer trigger sur l'interface où le MN est connecté), le pAR envoie le message CTD (Context Transfer Data) au nAR, ce message contient les caractéristiques du contexte. Le nAR peut répondre par CTDR (Context Transfer Data Reply).

4.1.2 Network controlled : initié par le nAR



Après la réception du message CTAR du MN, ou bien après un CT trigger, le nAR envoie le message CTR (Context Transfer Request) au pAR, le pAR répond par le message CTD qui inclut l'ancienne adresse IP du MN ainsi que les caractéristiques du contexte. Le nAR peut répondre par un CTDR.

4.1.3 Mobile controlled



Après un CT trigger, le MN envoie le message CTAR au nAR, en réponse à ce message, le nAR envoie le message CT Request au pAR. Ainsi le pAR envoie le message CTD au nAR.

5. Réservection de ressources à l'avance avec QoS NSLP

Nous proposons d'utiliser les messages de QoS NSLP pour faire des réservations à l'avance. Cette réservation est faite selon un objet MSPEC inclus dans un profil de mobilité.

5.1 Format du MSPEC

Le format proposé pour le MSPEC est le suivant : MSPEC = <MSPEC ID> <Duration> <Cell ID>.

1. MSPEC ID : un identificateur unique du MSPEC.
2. Duration : <start time>, <end time> : c'est l'intervalle de temps pendant lequel il est possible de déterminer les futures localisations du terminal mobile.

Pour la réservation de ressources à l'avance, le MAP passe les deux paramètres de *Duration* au *Service Schedule* du QSPEC.

3. Cell ID : <cell ID1>, <cell ID2>, <cell ID3>, , <cell IDn>.

C'est un ensemble d'identificateurs de cellules. On suppose que chaque cellule est identifiée par un identificateur unique.

5.2 MQoS NSLP

On nomme MQoS NSLP, la procédure de réservation de ressources à l'avance avec QoS NSLP dans un environnement mobile.

QoS NSLP opère selon deux modes : Sender Initiated Reservation et Receiver Initiated Reservation. Dans le premier mode, l'émetteur du flux initie la réservation (il envoie le message RESERVE), dans le deuxième mode, le récepteur de flux initie la réservation.

Dans notre scénario, nous considérons que le CN (correspondant Node) est toujours fixe, seul le MH est mobile. Le MH peut être un émetteur ou bien un récepteur de flux, et dans chaque cas, il y a deux modes possibles (Sender Initiated Reservation et Receiver Initiated Reservation). Il y a donc quatre scénarios envisageables :

1. Le MH est le récepteur du flux avec le mode Sender Initiated Reservation
2. Le MH est le récepteur du flux avec le mode Receiver Initiated Reservation
3. Le MH est l'émetteur du flux avec le mode Sender Initiated Reservation
4. Le MH est l'émetteur du flux avec le mode Receiver Initiated Reservation

Dans ce qui suit, nous présentons la procédure de réservation de ressources à l'avance avec QoS NSLP (MQoS NSLP) uniquement dans le cas où le MH (Mobile Host) est le récepteur du flux avec le mode Sender Initiated Reservation. C'est-à-dire que seul le premier cas est présenté dans cet article.

La figure 1 montre la procédure de réservation de ressources à l'avance à travers les messages de QoS NSLP.

La réservation n'est pas faite dans tout le voisinage du MH mais uniquement dans les zones où le mobile peut se rendre.

Pour cela nous proposons d'utiliser un objet MSPEC (mobility specification) qui est déterminé à travers un profil de mobilité et qui sera inclus dans les messages de QoS NSLP.

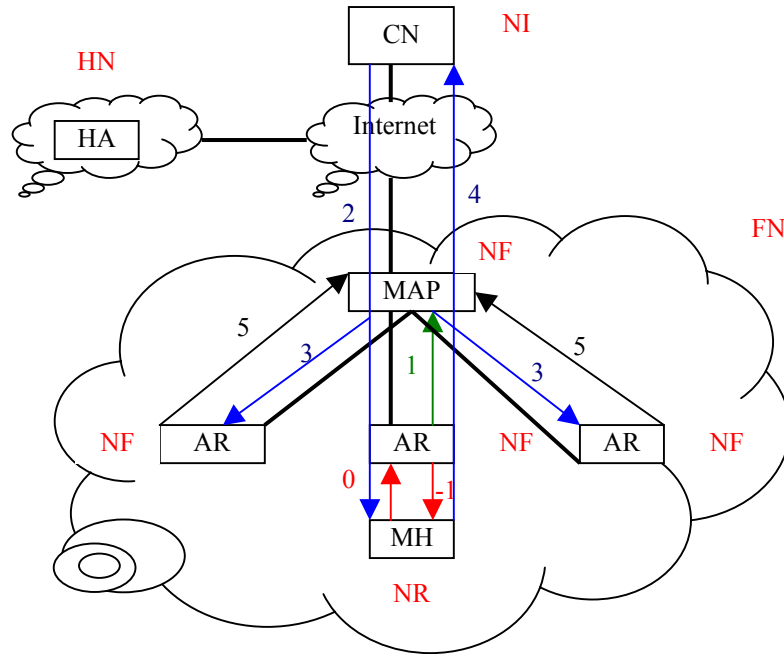


Figure 1.1 : la procédure de réservation à l'avance avec QoS NSLP

Dans le cas d'une approche Sender Initiated Reservation de QoS NSLP, le CN représente le NI (NSIS Initiator : c'est l'entité NSIS qui déclenche le protocole de signalisation, suite à la demande d'une application de signalisation.), le MH représente le NR (la dernière entité NSIS sur le chemin de signalisation, qui répond au NI.) et chaque AR (Access Router) ainsi que le MAP (Mobility Anchor Point) représentent un NF (l'entité NSIS qui propage la signalisation entre le NI et le NR).

La procédure de réservation de ressources à l'avance est la suivante :

-1 : l'AR informe le MH à travers le message *Router Advertisement* de la disponibilité des ressources. Pour cela, nous proposons d'ajouter un bit Q de demande de QoS.

Si $Q = 0$ alors l'AR ne possède pas de ressources et dans ce cas le MH peut se connecter en BE, par la suite et pendant l'enregistrement, le MH n'inclut pas les deux objets QSpec et MSpec dans le message *registration request*.

0 : pendant l'enregistrement le MH demande la QoS à son AR, en utilisant le bit Q dans le message *registration request*. Nous proposons d'ajouter les deux objets QSpec et MSpec dans le message *registration request*. (ici seules les interactions entre MIPv6 (Mobile IPv6) et les messages de QoS NSLP sont considérés, l'enregistrement continuant avec d'autres messages de MIPv6).

1 : après l'enregistrement avec le MH, l'AR envoie la demande de QoS au MAP en utilisant le message NOTIFY qui inclut les deux objets QSpec et MSpec.

(le message NOTIFY est envoyé sans demande préalable et n'exige pas de réponse)

Après la réception du message NOTIFY, le MAP analyse l'objet MSpec (il détermine la durée de la réservation ainsi que les futures localisations du MH).

2 : pour réserver les ressources dans la cellule courante, le CN (NI) envoie le message RESERVE qui doit contenir l'objet QSpec, ce message est transporté par GIMPS jusqu'au MAP, il sera, par la suite, envoyé à l'AR pour arriver, finalement, au MH (NR).

3 : le message RESERVE est envoyé après sa réception par le MAP, à tous les ARs qui se trouvent dans le MSpec (les deux paramètres de l'attribut Duration du MSpec sont passés au paramètre Service Schedule du QSpec pour réserver les ressources selon la durée demandée).

4 : après réception du message RESERVE, le MH (NR) répond avec le message RESPONSE, ce message passe par le FA, le MAP pour atteindre finalement le Sender (NI).

5 : après la réception du message RESERVE, les ARs répondent en utilisant le message RESPONSE.

6. La procédure du handover

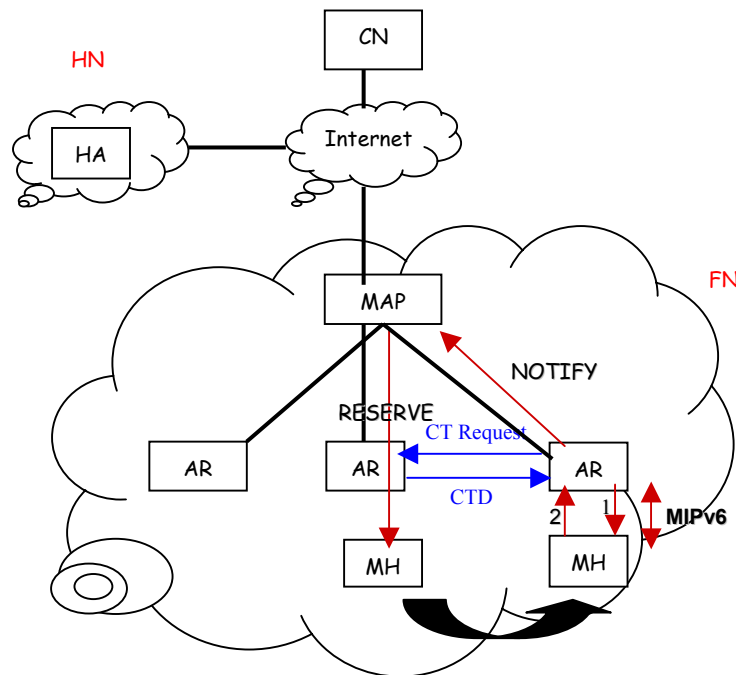


Figure 1.2 : la procédure du handover

Durant le handover, le MH passe par les étapes suivantes :

- a. Enregistrement auprès du nouvel AR (protocole MIPv6).
 - b. Pour minimiser les pertes de paquets et avant l'installation du nouveau chemin, nous proposons de faire un transfert de contexte entre l'ancien et le nouveau AR par l'intermédiaire du protocole CTP (Context Transfer Protocol). Dans le cas d'un mode « Network controlled », initié par le nAR, les messages suivants sont utilisés :
 - b1. Le nouvel AR envoie le message CT Request à l'ancien AR.
 - b2. L'ancien AR répond en utilisant le message CTD (le message CTDR est optionnel).
 - c. Etablissement du nouveau chemin et mise à jour de la réservation de ressources :
 - c1. le nouvel AR envoie le message RESERVE au MH, (message 1 sur la figure 1.2).
 - c2. Le MH répond avec le message RESPONSE en incluant le nouveau MSpec, (message 2 sur la figure 1.2).
 - c3. Après la réception du message RESPONSE, le nouvel AR envoie le message NOTIFY au MAP en incluant le nouveau MSpec.
 - c4. Le MAP analyse le nouveau MSpec, et réalise les actions suivantes :
 - Garde la réservation pour l'ancienne cellule si elle appartient au nouveau MSpec, sinon supprime la réservation.
 - Fait des réservations à l'avance dans les nouvelles cellules qui n'appartiennent pas à l'ancien MSpec
- Supprime la réservation pour les anciennes cellules qui n'appartiennent pas au nouveau MSpec sauf bien sûr pour la cellule courante.

Exemple :

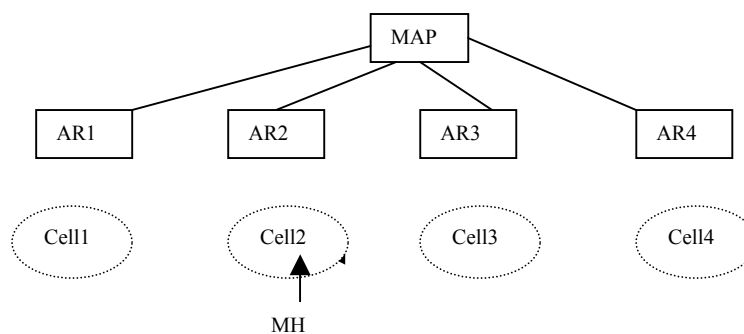


Figure 1.3 : mise à jour de la réservation selon
Le nouveau MSpec

Le MH se trouve dans la cellule 2, dans ce cas, nous supposons que $MSpec1 = \{Cell1, Cell3\}$
Après le handover, il sera, par exemple, dans la cellule 1, et son nouveau $MSpec$ sera $MSpec2 = \{Cell2, Cell4\}$.

Dans ce cas :

- La cellule Cell2 appartient au nouveau $MSpec$, la réservation est donc gardée.
- Une réservation à l'avance est faite dans la cellule Cell4
- La réservation faite pour la cellule Cell3 est supprimée.

Pour supprimer l'ancien chemin avant la période de rafraîchissement, le MAP envoie le message RESERVE avec le TEAR flag = 1. (l'ancien état est identifié par le SII : Source Identification Information). Ce message passe par l'ancien AR avant d'arriver au MH.

Pour garder l'ancien chemin, le MAP envoie le message RESERVE avec le NO_REPLACE flag = 1 (pour rafraîchir l'état, le MAP envoie au MH par l'intermédiaire de l'ancien AR, le message RESERVE en incrémentant l'objet RSN : Reservation Sequence Number).

7. Conclusion

Nous avons présenté dans cet article une nouvelle procédure de réservation de ressources à l'avance, basée sur l'application de signalisation QoS NSLP. Cet réservation est faite selon un objet $MSpec$ qui détermine les futures localisations du terminal mobile. Notre objectif à travers cette procédure est de minimiser la dégradation de services durant le handover. Nous avons proposé un format pour l'objet $MSpec$ qui sera considéré comme une extension des messages de QoS NSLP. Afin d'augmenter les performances du handover, nous proposons d'utiliser un protocole de transfert de contexte (CTP).

Dans le scénario présenté l'émetteur de flux est fixe, seul le MH est mobile. Dans le futur, nous considérerons le cas où les deux entités qui communiquent sont mobiles et nous validerons l'approche à travers une simulation.

Références

- TALUKDAR A. K. , BADRINATH B. R. & ACHARYA A. (2001). MRSVP: a resource reservation protocol for an integrated services network with mobile hosts. *ACM Journal of Wireless Networks*, vol. 7.
- MIN-SUN K., YOUNG-JOO S. & YOUNG-JAE K. & YOUNG C.. (2001). A Resource Reservation Protocol in Wireless Mobile Networks.. *ICPP Workshops*, Valencia, Spain.
- CHEN W. T. & C. HUANG. (2000). RSVP mobility support: a signaling protocol for integrated services Internet with mobile hosts. in *Proc. IEEE INFOCOM*, vol. 3, 2000, pp. 1283-1292
- LEVINE D. A., AKYILDIZ I. F. & NAGHSHINEH M.. (1995). CHEN W. T. & C. HUANG. (2000). The shadow cluster concept for resource allocation and call admission in ATM-based wireless networks. *Proceedings of the 1st annual international conference on Mobile computing and networking*, p.142-150. Berkeley, California, United States.
- TALUKDAR A. K., BADRINATH B. R. & ACHARYA A. (1999). Integrated services packet networks with mobile hosts: architecture and performance.. *Wireless Networks*, v.5 n.2, p.111-124.
- TALUKDAR A. K., BADRINATH B. R. & ACHARYA A. (1997). On Accommodating Mobile Hosts in an Integrated Services Packet Network.. *Proceedings of the INFOCOM '97*. Sixteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Driving the Information Revolution, p.1046
- FERRARI D., GUPTA A & VENTRE G. (1995) Talukdar A. K., Badrinath B. R. & Acharya A. (1999). Distributed Advance Reservation of Real-Time Connections. *Proceedings of the 5th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video*. p.16-27.
- WOLF L. C., DELGROSSI L., STEINMETZ R., SCHALLER S. & WITTIG H. (1995). Ferrari D., Gupta A. & Ventre G. (1995) Issues of Reserving Resources in Advance. *Proceedings of the 5th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video*. p.16-27.
- DEGERMARK M. KÖHWOLF L. C., DELGROSSI L., STEINMETZ R., SCHALLER S. & WITTIG H. (1995). Ferrari D., Gupta A. & Ventre G. (1995) Issues of Reserving Resources in Advance. *Proceedings of the 5th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video*. p.16-27.
- DEGERMARK M., KÖHLER T., PINK S. & SCHELEN O. (1995). Advance Reservations for Predictive Service. *Proceedings of the 5th International Workshop on Network and Operating System Support for Digital Audio and Video*, p.3-15.
- TERZIS A., SRIVASTAVA M. & ZHANG L. (1999). DEGERMARK M., KÖHLER T., PINK S. & SCHELEN O. (1995). A simple QoS signalling protocol for mobile hosts in the integrated services Internet. in *Proceedings of the IEEE INFOCOM '99*, New York.
- ACAMPORA A. S. & NAGHSINEH M. (1994). TERZIS A., SRIVASTAVA M. & ZHANG L. (1999). An architecture and methodology for mobile-executed handoff in cellular ATM networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*.
- SINGH S. (1996). Quality of service guarantees in mobile computing. *Journal of Computer Communications*.

- LEE K. (1995). Adaptive network support for mobile multimedia. *Proceedings of the 1st annual international conference on Mobile computing and networking*. p.62-74. Berkeley, California, United States
- LIU G. & MAGUIRE JR. (1995). A predictive mobility management algorithm for wireless mobile computing and communications. , in IEEE International Conference on Universal Personal Communications (ICUPC '95). Tokyo, Japan.
- LIU T., BAHL P. & CHLAMTAC. (1997). A hierarchical position prediction algorithm for efficient management of resources in cellular networks. in *Proceedings of the GLOBECOM '97*. Phoenix, AZ
- LU S. & BHARGHAVAN V. (1996). Adaptive resource management algorithms for indoor mobile computing environments. *Conference proceedings on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications*. p.231-242. Palo Alto, California, United States.
- KEMPF. (2002). Problem Description: Reasons For Performing Context Transfers Between Nodes in an IP Access Network . *IETF*. RFC 3374
- NAKHJIRI M., PERKINS C. & KOODLI R. (2004). Kempf. (2002). Context Transfer Protocol. *IETF*. <draft-ietf-seamoby-ctp-10.txt>
- VAN DEN BOSCH, KARAGIANNIS & McDONALD A. (2004). NSLP for Quality-of-Service signaling. *IETF*. ,<draft-ietf-nsis-qos-nslp-03.txt>
- JRAD Z., KRIEF F. & BENMAMMAR B. (2003). A Intelligent User Interface for the Dynamic Negotiation of QoS. *International Conference on Telecommunications (ICT'2003)*. Papeete, Tahiti.
- Ash J., Bader A. & Kappler C.. (2004). QoS-NSLP Qspec Template. *IETF*. <draft-qspecteam-nsis-nslp-qspec-00.txt>.
- Schulzrinne H., Hancock R., "GIMPS: General Internet Messaging Protocol for Signaling". <draft-ietf-nsis-ntlp-03.txt>, July 19, 2004