HAL
open science

Dissémination asynchrone d'information en mode peer-to-peer dans les réseaux ad hoc

Frédéric Guidec, Hervé Roussain

▶ **To cite this version:**

Frédéric Guidec, Hervé Roussain. Dissémination asynchrone d'information en mode peer-to-peer dans les réseaux ad hoc. UbiMob'04, Jun 2004, Nice, France. pp.207-210. hal-00342648

HAL Id: hal-00342648

https://hal.science/hal-00342648

Submitted on 27 Nov 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Manuscrit auteur, publié dans "UbiMob'04, Nice : France (2004)"

hal-00342648, version 1 - 27 Nov 2008

Dissémination asynchrone d'information en mode peer-to-peer dans les réseaux ad hoc

Hervé Roussain, Frédéric Guidec
Laboratoire VALORIA – Université de Bretagne Sud
Campus de Tohannic – 56000 VANNES
{Herve.Roussain,Frederic.Guidec}@univ-ubs.fr

RÉSUMÉ

Cet article présente un modèle permettant d'assurer la dissémination asynchrone en mode *peer-to-peer* d'information dans les réseaux ad hoc. Ce modèle s'appuie sur la mise en œuvre d'un mécanisme de « mémoire collective » auquel chaque station contribue en fonction de ses capacités propres. Cette approche permet de compenser la volatilité des stations, en permettant notamment des échanges asynchrones entre des stations qui ne sont pas nécessairement présentes simultanément dans le réseau. En outre, elle permet la dissémination de l'information lorsque le réseau est fractionné en îlots, en mettant à profit la mobilité des stations elles-mêmes. Une station mobile peut ainsi faire bénéficier les stations d'un îlot des informations récoltées dans les îlots qu'elle aura traversé précédemment.

ABSTRACT

This paper presents a model for peer-to-peer, asynchronous data dissemination in ad hoc networks. This model relies on a "collective memory" all stations contribute to implement, according to their capacity. This approach helps tackle station volatility and network fragmentation. Information exchange can be performed asynchronously by stations that are not nessarily active simultaneously in the network. Moreover in a fragmented network a station roaming between network islands can provide its neighbours with information it has gathered while visiting another part of the network.

Mots-clés

Réseaux ad hoc, mobilité, peer-to-peer, composants logiciels

Keywords

Ad-hoc networks, mobility, peer-to-peer, software components

1. INTRODUCTION

On assiste depuis quelques années à une multiplication des offres commerciales en matière d'équipements numériques portables et communicants comme les ordinateurs portables ou les assistants numériques personnels (PDA : *Personal Digital Assistant*). Pour les utilisateurs de tels équipement, la perspective d'échanger de l'information ou des services avec d'autres personnes sans recourir systématiquement à un réseau d'infrastructure peut apparaître intéressante. Pourtant, bien qu'un grand nombre d'équipements soit capable de réaliser des communications ad hoc, cette fonctionnalité est encore peu utilisée. En effet, la plupart des services applicatifs dont nous sommes aujourd'hui familiers (courrier électronique, forums de discussion, transfert et partage de fichiers, etc.) ont été conçus afin d'être exploités sur des stations de travail interconnectées par des réseaux d'infrastructure, dont les réseaux ad hoc se distinguent par des débits souvent moindres, une topologie changeante, et une connectivité non garantie.

Notre thématique d'activité générale a pour objectif d'encourager la conception, la mise en œuvre, et le déploiement de services applicatifs destinés tout spécialement à être utilisés sur des équipements mobiles et communicants. Nos travaux actuels portent notamment sur la définition de tels services, le support du déploiement et de l'exécution de ces services, le support des interactions entre services, etc. Notre approche consiste à modéliser et à mettre en œuvre les services en termes de composants logiciels. Le modèle des composants logiciels se prête bien à cet exercice dans la mesure où les composants sont définis comme étant à la fois des unités de déploiement et de composition [7]. Le déploiement de nouveaux services, la gestion des services disponibles et des interactions entre ces services, s'expriment donc assez naturellement dès lors que chaque service élémentaire est offert par un composant logiciel.

Dans cet article nous présentons un service de base permettant la dissémination asynchrone d'information dans les réseaux ad hoc constitués d'équipements mobiles et volatiles. Afin de réaliser ce service, les documents émis sur le réseau sont placés et maintenus, dans des caches locaux aux différents équipements. Ainsi, les documents peuvent être mis à disposition des équipements qui n'ont pu les recevoir lors de l'émission initiale. Cette approche présente des analogies avec les modèles de propagation dits « épidémiques » présentés dans [4, 8], ainsi qu'avec le système de stockage répliqué et faiblement cohérent mis en œuvre dans Bayou [5].

Considérons par exemple un ensemble de personnes dotées d'équipements mobiles et communicants (voir figure 1). Supposons que l'équipement F a envoyé un document à D avant de quitter l'îlot dans lequel les équipement A à E résident. Étant mis en veille, l'équipement D n'a pas reçu le document. Cependant, certains de ses voisins ayant accepté de stocker temporairement ce document, D aura une chance d'obtenir ce document lorsqu'il sera de nouveau actif. De même, avant de quitter l'îlot où les équipement A à E résident, F pourra avoir collecté quelques documents, qu'il pourra,

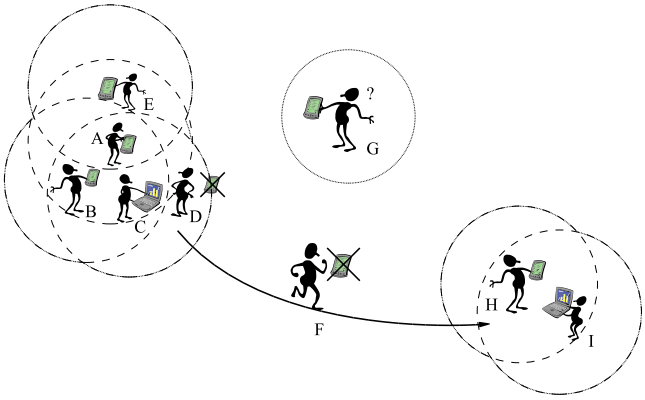

FIG. 1 – ***Illustration des propriétés des réseaux ad hoc constitués d'équipements dont la volatilité (D et F sont ici en veille) et la mobilité (F se déplace d'un îlot vers un autre) conduisent à un partitionnement du réseau ({A, B, C, E}, {G}, et {H, I} forment ici trois îlots distincts).***

s'il sort de sa veille, mettre à disposition des équipement H et I.

2. DÉFINITION DU SERVICE

Cette section présente la définition du service de dissémination de documents, basé sur des interactions *peer-to-peer* asynchrones : chaque équipement pouvant bénéficier du service peut également contribuer à la réalisation de celui-ci. Dans le modèle considéré ici, un document constitue une unité de transmission et de traitement. Les documents susceptibles d'être propagés vont gérés à l'aide d'un service de cache, comme illustré dans la figure 2. Après avoir décrit le mécanisme de cache et le schéma d'adressage des documents, nous décrivons les différents comportement pouvant être adoptés par les équipements vis-à-vis des documents afin de réaliser leur dissémination. Enfin, nous décrivons nos choix de structuration de documents.

2.1 Mécanisme de cache

Sur chaque équipement un cache doit être mis en œuvre afin que des documents puissent y être conservés plus ou moins longtemps. La capacité exacte de ce cache peut bien sûr varier d'un équipement à l'autre en fonction des ressources disponibles sur cet équipement. Des stratégies locales peuvent en outre être définies sur chaque équipement (par exemple par le propriétaire de cet équipement) afin de préciser les modalités de stockage des documents. Ces stratégies peuvent être définies en considérant par exemple la taille des documents, leur type, leur origine et leur destination, etc.). Enfin, la structure d'organisation interne du cache peut différer d'un équipement à l'autre, ou encore selon les besoins précis des services applicatifs susceptibles d'exploiter localement les documents enregistrés dans le cache.

2.2 Adressage

Nous avons adopté un schéma d'adressage extrêmement flexible, afin de permettre qu'un document puisse être adressé aussi bien à un équipement donné qu'à un individu donné, ou bien encore à un groupe d'individus, un groupe d'équipements, un service donné mis en œuvre sur un équipement donné, etc. L'objectif est qu'il soit par exemple possible de faire parvenir un document à un utilisateur précis en indiquant simplement le nom de cet utilisateur, et sans qu'il faille préciser l'identité (ou l'adresse) de l'équipement sur lequel cet utilisateur est censé réceptionner le document en question.

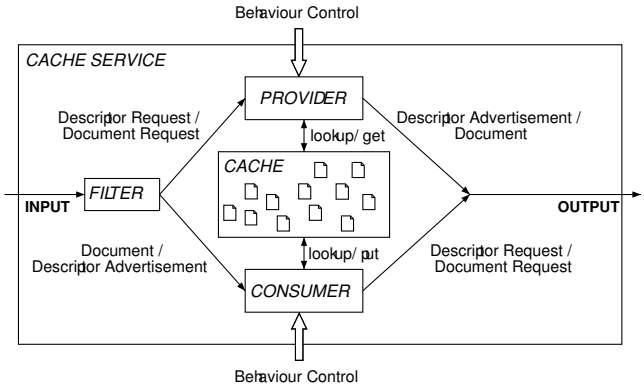

FIG. 2 – ***Illustration du service de cache mis en œuvre sur un équipement.***

De même, il est possible d'adresser un document à une population d'individus (par exemple à tous les membres d'un laboratoire précis), sans avoir à préciser l'identité exacte de ces personnes.

2.3 Comportement des stations

Chaque équipement participant aux échanges de documents peut assumer un ou deux rôles distincts vis-à-vis des documents de son cache.

Un équipement peut être considéré comme étant le *fournisseur* d'un document s'il dispose effectivement de celui-ci dans son cache, et qu'il est en mesure de le transmettre via le réseau. Parallèlement, un équipement est susceptible d'être *consommateur* d'un document s'il est en mesure de recevoir ce document depuis le réseau, et d'exploiter ce document immédiatement pour son propre compte ou de le placer dans son cache. Son comportement pourra en outre ne pas être le même pour tous les types de document échangés à travers le réseau. Par exemple, le service de cache peut être configuré, à l'aide de filtres, pour n'accepter que des documents d'un type donné.

Pour chacun des rôles qui viennent d'être évoqués un équipement peut se comporter de manière proactive ou de manière réactive, ou adopter ces deux types de comportement simultanément. Par conséquent, le service de cache peut avoir quatre comportements distincts (mais non incompatibles).

- Un équipement capable de se comporter en fournisseur vis-à-vis d'un document peut adopter un comportement *proactif* s'il émet spontanément ce document.
- L'équipement fournisseur peut aussi avoir un comportement *réactif* en émettant un document après qu'on lui en a fait la demande explicite. Il peut bien sûr adopter un comportement mixte, émettant un document périodiquement et répondant aux demandes qui lui sont faites pour ce même document.
- Un équipement consommateur de documents peut adopter un comportant *proactif* en émettant une requête afin de demander la transmission du document souhaité (ce qui revient à susciter un comportement réactif de la part du fournisseur de documents).
- Enfin, le comportement *réactif* de l'équipement consommateur consiste à recevoir et traiter un document dont il n'a pas fait explicitement la demande, mais présentant malgré tout un intérêt pour lui.

hal-00342648, version 1 - 27 Nov 2008

```
<transfer-descriptor
   document-id="fb0097820f0b371"
   origin="principal:Pierre Dupont"
   destination="principal:VALORIA Team"
   type="service/email"
   number-of-hops="5"
   date="Jan 30 08:26:32 CET 2004"
   lifetime="12:00:00"
   advertisement-period="00:20:00"
/>
```

FIG. 3 – ***Descripteur d'un document échangé dans le cadre d'un service de messagerie (de type courrier électronique).***

2.4 Structuration des documents

Un document peut être simple ou composite. Un document simple constitue une unité d'information à part entière. Un document composite embarque quant à lui un ou plusieurs autres documents (qui peuvent eux-même être simples ou composites) et définit une structure logique entre ces documents embarqués.

Afin de réaliser les comportements décrits dans la section prédédente, il est nécessaire de pouvoir décrire, annoncer et effectuer des requêtes sur les documents échangés. Pour cela, trois types de documents sont utilisés : des descripteurs de documents, des documents-annonces et des documents-requêtes.

2.4.1 Descripteurs de documents

À chaque document on peut faire correspondre un descripteur de document. Le descripteur d'un document a pour vocation d'apporter des renseignements sur ce document. Un document peut embarquer son propre descripteur, mais celui-ci peut aussi être manipulé (c'est-à-dire notamment transmis et examiné) indépendamment du document lui-même. Le descripteur d'un document est a priori moins volumineux que le document lui-même. Il est donc plus aisément transmissible et stockable que ce dernier.

Lorsqu'un document utilisable au niveau applicatif (on parlera de document utile) doit être transmis à travers le réseau, on va l'embarquer dans un document de transfert, dont le descripteur précise sous forme d'attributs les paramètres de transmission souhaités pour ce document de transfert.

Le descripteur d'un document de transfert inclut des attributs spécifiant les modalités de transmission souhaitées pour le document considéré, et apportant éventuellement des informations relatives au document lui-même (par exemple le type de contenu, identité du service ayant produit ou censé recevoir ce document, etc.).

La figure 3 présente, à titre d'exemple, un descripteur de document sous forme XML. Celui-ci spécifie :

- L'*identifiant* du document. Considéré comme unique, il permet à un équipement recevant un document de vérifier s'il ne dispose pas déjà d'un exemplaire de ce document.
- Le descripteur examiné ici concerne un document émis par l'utilisateur Pierre Dupont (attribut *origin*), à l'intention des membres du laboratoire VALORIA (attribute *destination*).
- L'attribut *type* indique que le document considéré a été émis, et devrait donc être reçu et traité, dans le cadre d'un service de messagerie.
- L'attribut *number-of-hops*. Comparable au champ TTL (*Time To Live*) des paquets IP, il permet d'éviter qu'un document se propage éternellement en passant de cache en cache dans le réseau.
- Les attributs *date* et *lifetime* permettent de donner une durée de validité au document. L'attribut *advertisement-period* indique dans cet exemple que, dans le cas où le document est fournis de manière *proactive*, la disponibilité document sera annoncée toutes les 20 minutes.

2.4.2 Annonces et requêtes de documents

Parmi les divers types de documents qui vont pouvoir être transmis d'équipement en équipement à travers le réseau, certains vont contribuer à la dissémination de l'information en permettant la recherche et la découverte de documents.

Un *document-annonce* va permettre à un équipement d'annoncer à tout ou partie de ses voisins la disponibilité d'un ou de plusieurs documents dont il dispose dans son cache, et qu'il peut donc fournir si on lui en fait la demande explicite. Un document-annonce est donc un document de transfert dans lequel l'attribut *type* du descripteur caractérise une annonce émise par le service de cache d'un équipement. Il transporte en outre en guise de « charge utile » les descripteurs des documents dont il doit annoncer la disponibilité.

Un *document-requête* va permettre à un équipement ayant appris par une annonce l'existence de certains documents susceptibles de l'intéresser, ou souhaitant simplement découvrir si de tels documents existent effectivement dans son voisinage, de solliciter de la part de ses voisins la transmission d'un ou de plusieurs documents répondant à des caractéristiques précises, ou encore la transmission des descripteurs de ces documents. Un document-requête est donc un document de transfert dans lequel l'attribut *type* du descripteur caractérise une requête adressée au service de cache, et précise si cette requête vise à solliciter la transmission des documents recherchés, ou seulement celle de leurs descripteurs. Il transporte en guise de « charge utile » un motif de descripteur. Un tel motif présente à peu près la même structure qu'un descripteur, mais pour tout ou partie des attributs susceptibles d'être présents dans un descripteur il renferme, au lieu de la valeur d'un l'attribut, une expression régulière pouvant être appliquée au type d'attribut considéré. Ainsi, un équipement recevant un motif de descripteur peut l'utiliser pour examiner les descripteurs des documents dont il dispose dans son cache local, et déterminer lesquels parmi ces descripteurs répondent aux caractéristiques requises par l'équipement demandeur. L'équipement sollicité peut ensuite émettre à l'intention du demandeur, soit directement les documents sélectionnés, soit les descripteurs de ces documents, selon le type de réponse requis par le demandeur. L'émission des descripteurs peut bien sûr être réalisée en émettant des documents-annonces.

De manière générale le système reposant sur les annonces et requêtes de documents va permettre de mettre en œuvre sur chaque équipement les procédures correspondant aux comportements proactifs et réactifs évoqués plus haut. Un équipement se comportant en consommateur proactif adressera à ses voisins des requêtes afin de solliciter l'émission directe de certains documents, ou afin de découvrir l'existence de documents susceptibles de l'intéresser (en demandant simplement leur annonce). Un consommateur réactif pourra, suite à la réception d'un document lui annonçant l'existence d'un document qui l'intéresse, demander la transmission immédiate de ce document. Un équipement se comportant en fournisseur proactif pourra quant à lui s'appuyer sur des documents d'annonce pour faire parvenir à ses voisins les descripteurs des documents qu'il est en mesure de leur faire parvenir.

hal-00342648, version 1 - 27 Nov 2008

hal-00342648, version 1 - 27 Nov 2008

3. MISE EN OEUVRE

Une implémentation du modèle présenté dans la section précédente est actuellement été réalisée en Java. Le service de cache tout comme les services producteur et consommateur sur lesquels il s'appuie sont également tous mis en œuvre sous la forme d'objets Java. Nous envisageons maintenant d'adopter le modèle de composants Fractal [1] afin de décrire les services que nous développons (parmi lesquels le service de cache présenté dans cet article) en tant que services techniques pour les composants Fractal, et d'utiliser ensuite les concepts et mécanismes définis dans ce modèle pour gérer le déploiement des services, ainsi que les relations entre ces services.

Les documents peuvent actuellement être transportés sous forme de document XML[1] ou d'objets sérialisés. Nous envisageons d'utiliser MIME [2] pour assurer le transport de documents multiples. Dans la mise en œuvre actuelle nous avons choisi d'embarquer les documents à transmettre dans des datagrammes UDP, faisant donc l'hypothèse que les documents échangés entre stations sont suffisamment peu volumineux pour que chacun d'entre eux puisse etre embarqué dans un seul datagramme. Nous envisageons de mettre en œuvre un service complémentaire pour le gestion de la fragmentation et de l'assemblage de documents.

Nous avons entrepris, toujours dans l'optique de fournir différents services techniques aux composants, d'implémenter un service permettant le chiffrement et la signature des documents. Des informations échangées à travers le réseau ad hoc sous la forme de documents n'ont pas forcément toutes pour vocation d'être reçues et exploitées par tous les utilisateurs du réseau. À l'heure actuelle ce service implémente quelques algorithmes de chiffrement symétriques et asymétriques classiques, et un registre de clés grâce auquel un utilisateur peut stocker des clés (en nombre quelconque) sur son PDA ou sur son ordinateur portable. En configurant par exemple un service de messagerie sur son PDA, l'utilisateur pourra faire en sorte que chacun des messages qu'il génère soit automatiquement signé et chiffré, l'algorithme et la clé utilisés pour le chiffrement étant sélectionnés automatiquement en fonction de la destination du message. De même, l'utilisateur du PDA pourra obtenir que chaque message reçu soit automatiquement déchiffré (et sa signature vérifiée) à l'aide d'algorithmes et de clés choisis en fonction de l'origine du message.

Plusieurs services applicatifs reposant sur notre modèle de dissémination asynchrone de documents sont également en cours de mise en œuvre.
Un service de messagerie permet d'adresser un message indifféremment à un utilisateur ou un groupe d'utilisateurs. Chaque utilisateur peut configurer son équipements afin de préciser quels messages sont susceptibles de l'intéresser et, le cas échéant, les modalités selon lesquelles ces messages peuvent être maintenus dans le cache et mis à la disposition d'autres équipements.
Un service d'information de présence dans le voisinage permet de disposer d'un « point de vue » instantané sur l'ensemble des personnes et équipements voisins. Les messages d'annonce transportant tous une indication de la durée de validité de l'information transportée, le service d'annonce utilise cette indication pour faire disparaître de l'affichage présenté à l'utilisateur les icônes symbolisant des informations devenues obsolètes.
Un service de découverte de paquetages logiciels, similaire aux services décrits dans [3, 6], est également en cours de mise en œuvre.

1. Extensible Markup Language (http://www.w3.org/XML).

4. CONCLUSION

Le modèle présenté dans cet article vise à permettre la dissémination asynchrone d'information en mode *peer-to-peer* dans les réseaux ad hoc. Il définit un schéma de propagation de l'information dans lequel chacun des équipements s'inscrivant dans un réseau ad hoc contribue, dans la mesure de ses capacités propres et des souhaits exprimés par son propriétaire, à la mise en œuvre d'un service collectif d'échange de documents. Dans ce modèle l'accent est mis sur la prise en compte de contraintes présentées par les réseaux dynamiques, c'est-à-dire les réseaux dans lesquels les équipements sont fortement volatiles et mobiles. Le modèle proposé s'appuie sur la mise en œuvre d'un cache local sur chacune des stations. Des documents en transit peuvent être maintenus un certain temps dans ce cache avant d'être réémis spontanément, ou en réponse à une requête reçue d'une autre station. Cette approche doit permettre de compenser la volatilité des stations, en permettant notamment des échanges asynchrones entre des stations qui ne sont jamais – ou presque jamais – présentes simultanément dans le réseau. Elle doit également permettre la dissémination de l'information lorsque le réseau est fractionné en îlots, en mettant à profit la mobilité des stations elles-mêmes. Une station mobile peut ainsi faire bénéficier les stations d'un îlot des informations récoltées dans les îlots qu'elle aura traversé précédemment.

Remerciements. Ce travail est financé par le Conseil Régional de Bretagne dans le cadre du programme « Renouvellement des compétences dans les laboratoires ».
Contrat référencé B/1042/2002/012/MASC.

5. REFERENCES

[1] BRUNETON, E., COUPAYE, T., AND STEFANI, J.-B. The Fractal Component Model. http://fractal.objectweb.org/specification, Feb. 2004.

[2] FREED, N., BORENSTEIN, N., MOORE, K., KLENSIN, J., AND POSTEL, J. Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME). RFC 2045–2049, Internet Engineering Task Force (IETF), Nov. 1996.

[3] HELAL, S., DESAI, N., VERMA, V., AND LEE, C. Konark – A Service Discovery and Delivery Protocol for Ad-Hoc Networks. In *Third IEEE Conference on Wireless Communication Networks (WCNC)*, Mar. 2003.

[4] LINDGREN, A., DORIA, A., AND SCHELÉN, O. Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks. In *Proceedings of The Fourth ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc 2003)*, June 2003.

[5] PETERSEN, K., SPREITZER, M., TERRY, D., AND THEIMER, M. Bayou: Replicated Database Services for World-wide Applications. In *Proceedings Seventh ACM SIGOPS European Workshop (EuroSIGOPS '96)*, Sept. 1996.

[6] RAKOTONIRAINY, A., AND GROVES, G. Resource Discovery for Pervasive Environments. In *4th International Symposium on Distributed Objects and Applications*, Oct. 2002.

[7] SZYPERSKI, C. *Component Software: Beyond Object-Oriented Programming*. ACM Press, Addison-Wesley, 1998.

[8] VAHDAT, A., AND BECKER, D. Epidemic Routing for Partially-Connected Ad Hoc Networks. Tech. Rep. CS-2000-06, UCSD, July 2000.