
Vers une approche Adaptative pour la Découverte et la Composition Dynamique des Services

M. Bakhouya, J. Gaber et A. Koukam

*Laboratoire Systèmes et Transports SeT
Université de Technologie de Belfort-Montbéliard
90010 Belfort, France
{mohamed.bakhouya, gaber, abder.koukam}@utbm.fr*

RÉSUMÉ. L'évolution des télécommunications sans fil, des réseaux mobiles et leurs croisements avec les réseaux de communication fixes permettent aujourd'hui d'envisager l'ubiquité des communications et des services. En effet, il devient possible d'accéder aux services à partir d'un terminal fixe ou mobile tout en faisant abstraction de leurs localisations. Les approches de découverte et d'accès aux services basées sur le paradigme Client/Serveur ne peuvent pas s'adapter automatiquement aux modifications dynamiques du réseau, au nombre et à la disponibilité des ressources et aux comportements des utilisateurs. Dans cet article, nous présentons une approche décentralisée et adaptative, basée sur les agents mobiles et inspirée du système immunitaire de l'Homme, comme alternative au paradigme du client/serveur pour la découverte et la composition dynamique des services dans les réseaux à grande échelle.

ABSTRACT. The recent evolution of networks connectivity from wired connection to wireless to mobile access together with their crossing enables today the ubiquity of communications and services. Users have the ability to access globally available services provided by the network all the time and irrespective to their location. Approaches based on the client/server paradigm do not suit an environment wherein users and services could be mobile, and resources availability could change dynamically. In this paper, we present a decentralized and adaptif approach, based on mobile agents and inspired by the Human immune system as an alternative to the Client/Server paradigm for dynamic service discovery and composition in large scale networks.

MOTS-CLÉS : Ubiquité numérique, découverte et composition des services, Agent mobile, Système Immunitaire de l'Homme.

KEYWORDS: Ubiquitous computing, Service discovery and composition, Mobile agent, Human immune system.

1. Introduction

Le croisement des réseaux sans fil, des réseaux mobiles et des réseaux filaires permet d'envisager aujourd'hui l'ubiquité des communications et des services fournis par ces réseaux (Weiser, 1993). Les clients peuvent accéder à des services quel que soit l'endroit, le moment et à partir d'un terminal fixe ou mobile. L'environnement dans lequel évoluent les utilisateurs et les services est aléatoire à cause de la mobilité de ces utilisateurs et des modifications dynamiques du nombre et de la disponibilité des ressources et des services. Il est dès lors impossible aux clients d'avoir une connaissance globale de tous les services disponibles dans le réseau.

Plusieurs protocoles pour la découverte de services dans un réseau (DNS, LDAP, Salutation, SLP, Jini, UPnP, SSDS) (Robert, 2000) et de composition de services (eFlow, ATL Postmaster, Ninja de Berkeley) (Chakraborty et al., 2001) ont été proposés dans la littérature. Ces protocoles de découverte et de composition de services sont, pour la plupart, fondés sur l'architecture client/serveur ou client/proxy/serveur (Czerwinski et al., 1999). Ces architectures ne sont pas adaptées aux contraintes d'un environnement mobile instable. En effet, les services sont supposés disponibles à travers une infrastructure fixe et stable. De plus, aucun traitement explicite concernant la qualité de service pouvant être exigée par les requêtes des clients n'est prévu. En d'autres termes, un client ne dispose d'aucune information lui permettant de sélectionner le serveur susceptible de lui fournir une bonne qualité de service, c'est le problème de la sélection du meilleur service.

Dans cet article, un middleware adaptatif inspiré des concepts du système immunitaire de l'Homme pour la découverte et la composition dynamique des services dans un réseau dynamique à grande échelle est présenté. L'analogie avec le système immunitaire est effectuée de la manière suivante. *La requête* d'un utilisateur est considérée comme *un antigène* qui attaque le réseau. Le *middleware* réagit en développant une réponse pour éliminer l'*antigène* agresseur c'est-à-dire *satisfaire la requête* de l'utilisateur. Le système immunitaire présente un ensemble de principes et de fonctionnalités, tels que la mémoire adaptative, l'auto-régulation, la coopération et l'auto-organisation (Watanabe et al., 1999). Ces caractéristiques permettent au middleware d'élaborer des solutions décentralisées et adaptatives dans un environnement dynamique et incertain.

Le reste de l'article est structuré de la façon suivante. Dans la section 2, nous présentons l'approche proposée pour la découverte et la composition des services. La section 3 présente les résultats d'expérimentation. Nous concluons cet article dans la section 4.

2. Approche de découverte et de composition

L'approche proposée est composée de deux processus qui peuvent s'effectuer en parallèle: la composition qui concerne la construction de réseaux d'affinités entre serveurs et la découverte des services qui permet de répondre aux requêtes des utilisateurs.

Les serveurs du réseau s'organisent en réseau d'affinités pour gérer les services coopèrent pour répondre aux requêtes des clients. Le reste de cette section présente le processus de découverte et de composition des services.

2.1. La Composition des services

Dans le processus de composition, nous adoptons une technique basée sur les agents mobiles qui exécutent des marches aléatoires pour la dissémination des informations sur les services présents dans le réseau. Plus précisément, le processus de composition est un processus de détection de communautés de serveurs. Lors de l'entrée d'un serveur dans le réseau, un agent mobile est créé afin de diffuser l'information concernant les services offerts par ce serveur. L'agent mobile se déplace aléatoirement et communique avec les agents mobiles rencontrés et associés à d'autres serveurs dans le but de créer des relations d'affinités entre ces derniers. Ces liens d'affinités sont établies entre les serveurs qui fournissent des services similaires ou complémentaires.

2.2. La Découverte des services

Le réseau d'affinités construit par le processus de dissémination est modélisé par un graphe indirect (V, E) , où V est l'ensemble des serveurs, E est l'ensemble des liens logiques représentant les relations d'affinités entre ces serveurs. L'organisation des serveurs sous forme d'un graphe pondéré par l'affinité permet de modéliser le lien de similarité ou de complémentarité entre les services. La figure 1 illustre l'exemple d'un réseau d'affinités et la manière dont les serveurs coopèrent entre eux pour faire émerger une réponse à une requête donnée.

Pour garantir la qualité de service demandée par l'utilisateur, la sélection du meilleur service est effectuée en utilisant les deux niveaux de satisfaction : local et global. La satisfaction locale est déterminée par la disponibilité des ressources. La satisfaction globale est déterminée par rapport à la satisfaction de l'utilisateur du service final obtenu.

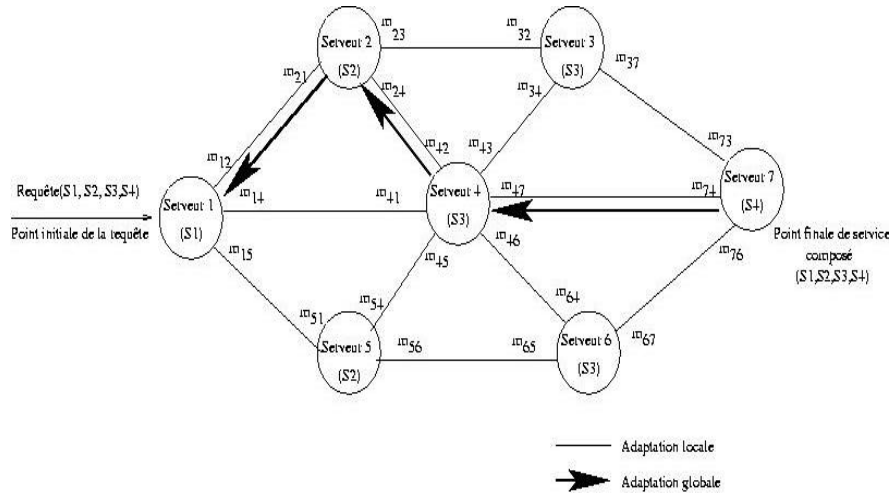


Figure 1. Exemple d'un réseau d'affinités entre serveurs. Dans cet exemple, un client demande un service composé des sous-services S1, S2, S3 et S4. La requête sera dirigée vers les serveurs les plus appropriés, les serveurs 1, 2, 4, et 7.

Pour cette raison, la variation de l'affinité m_{ij} est ajustée en se basant sur ces deux niveaux de satisfaction selon l'équation suivante:

$$\Delta m_{ij} = \mu(Sat - f(m_{ij}))$$

où Sat est le degré de satisfaction locale ou globale qui vaut 1 pour une satisfaction positive et 0 sinon. m est une constante entre 0 et 1 et f est la fonction logistique qui renvoie une valeur entre 0 et 1:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

3. Expérimentation

Pour la construction d'un graphe d'affinités entre serveurs, nous avons comparé trois techniques de composition à l'aide de Network Simulator 2 (Ns2) : la composition proactive, la composition réactive et la composition hybride. La composition proactive est une composition à priori des services disponibles pour composer de nouveaux services. L'approche réactive est une composition déclenchée pour répondre à une nouvelle requête. L'approche hybride est constituée des deux approches proactive et réactive. Le résultat expérimental présenté dans la figure 2 montre que la stratégie hybride est la plus efficace. Avec la composition proactive, chaque serveur a asymptotiquement une connaissance globale des services fournis par les autres serveurs. Ainsi les services peuvent être trouvés dans un temps raisonnable. En revanche, avec la stratégie de composition réactive, chaque

serveur n'a pratiquement aucune connaissance globale des services fournis par d'autres serveurs. En conséquence, avant la construction du réseau d'affinités entre les serveurs, le temps de réponse est long. C'est la réponse primaire à la requête. Si la même requête est reproduite, le temps de réponse secondaire est plus court.

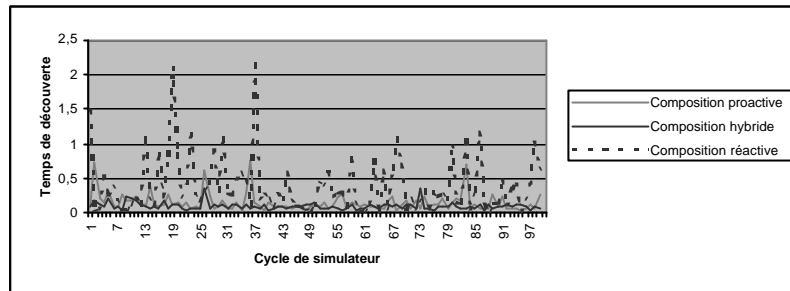


Figure 2. Comparaison en terme de temps de découverte entre les trois stratégies de composition des services : proactive, réactive et hybride.

Le résultat expérimental présenté dans la figure 3 montre l'efficacité de la stratégie de composition hybride avec et sans le mécanisme d'ajustement des affinités.

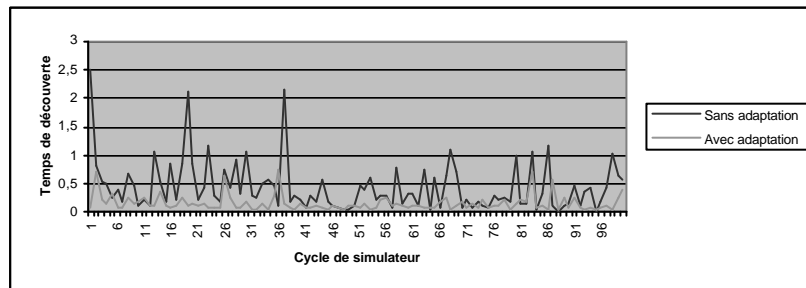


Figure 3. Comparaison en terme de temps de découverte dans le cas de la composition hybride avec et sans ajustement des affinités.

4. Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté un système décentralisé et adaptatif inspiré par les concepts du système immunitaire pour la découverte et la composition des services dans les réseaux dynamiques à large échelle. Ce système permet de répondre aux requêtes des utilisateurs en composant les services souhaités et en tenant compte de la qualité de service demandée. L'étape suivante de ce travail concerne la formalisation de cette approche afin de montrer les propriétés quantitatives telles que la complexité en terme de temps et en terme de communication

5. Bibliographie

- Chakraborty D., Joshi A. Dynamic Service Composition: State-of-the-Art and Research Directions, citeseer.nj.nec.com/chakraborty01dynamic.html, 2001.
- Czerwinski S., Zhao B., Hodes T., Joseph A., Katz R., An Architecture for a Secure Service Discovery Service, *Proceeding of ACM MobiCom'99*, pages 24-35, Sep. 1999.
- Ns2, The Network Simulator - ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.
- Robert M., Discovery and Its Discontents: Discovery Protocols for Ubiquitous Computing, citeseer.nj.nec.com/mcgrath00discovery.html, 2000.
- Watanabe Y., Ishiguro A., Uchkawa Y., Decentralized Behavior Arbitration Mechanism for Autonomous Mobile Robot Using Immune System, *Artificial Immune Systems and Their Applications*, Springer-Verlag, ISBN 3-540-64390-7, pages 187-209, 1999.
- Weiser M., Hot Topics: Ubiquitous Computing, *IEEE Computer*, Volume 26, Issue 10, Pages: 71 – 72, October 1993.