

LocS : Protocole de signalisation pour l'aide à la détection de contexte

Emmanuel Conchon¹, Béatrice Paillassa²

¹ Irit - ISIS,
Rue Firmin Oules,
81100 Castres - France
emmanuel.conchon@irit.fr

² Irit - ENSEEIHT,
2, rue Charles Camichel,
31000 Toulouse - France
beatrice.paillassa@irit.fr

Résumé

La définition et la maintenance de contexte sont des étapes critiques pour les applications sensibles au contexte. Lors de ces phases, différentes informations sont retenues parmi lesquelles la position joue souvent un rôle central. Pour localiser un terminal et/ou un utilisateur, la coopération entre les membres du réseau peut être exploitée mais va nécessiter la mise en place d'un mécanisme de signalisation dédié pour réaliser les échanges. Dans cette optique nous présentons LocS un protocole de signalisation de niveau réseau pour la localisation.

Mots-clés : signalisation, localisation, détection de contexte

1. Introduction

L'informatique ubiquitaire et les applications sensibles au contexte connaissent à l'heure actuelle un développement très important. Si l'on se réfère à la définition de Dey [1], ces applications s'appuient sur toutes les informations pouvant permettre de définir l'état d'un individu ou de son environnement pour fournir à l'utilisateur des informations ou des services adaptés à la situation dans laquelle il se trouve. Ainsi, les informations utilisables sont extrêmement variées, allant de la position de l'utilisateur à la température de la pièce ou encore du nombre de personnes présentes dans la pièce aux relations sociales que ces personnes entretiennent avec l'utilisateur. Néanmoins, la plupart de ces informations peuvent être obtenues à partir d'un nombre plus restreint d'informations. Par exemple, la position de l'utilisateur va permettre de déduire la proximité d'autres utilisateurs, l'heure de la journée va déterminer son activité probable, la qualité de service réseau (bande passante, délais, pertes) va directement influencer sur le type de services disponibles. Certaines de ces informations peuvent être déterminées de façon autonome (heure, qualité de service etc.), d'autres à l'instar de la position peuvent nécessiter une coopération avec d'autres utilisateurs. La localisation est une métrique essentielle pour la définition de contexte et sur laquelle repose de nombreuses autres informations. A partir de la position du terminal et/ou de l'utilisateur et en corrélant cette information avec l'heure de la journée, il est par exemple possible de déterminer son activité et donc des services associés. La localisation peut être déterminée à l'aide d'un système GPS cependant, cette solution n'est pas viable à l'intérieur de bâtiment par exemple. De même, le GPS se révèle relativement inefficace en environnement urbain dense. Pour palier à ces problèmes différents algorithmes ont été proposés pour localiser un utilisateur avec précision. Ces algorithmes, que nous présenterons dans la section 2, nécessitent une coopération entre les participants du réseau pour permettre de positionner l'utilisateur. Ce besoin de coopération nécessite donc la proposition de nouveaux protocoles de signalisation qui soient indépendants des technologies de communication sous jacentes pour s'adapter sur tout type de terminal sans fil communiquant. Dans cette optique nous proposons LocS, un protocole de signalisation utilisable par les algorithmes de localisation pour l'établissement et la maintenance de contexte.

2. La localisation

De nombreuses solutions ont été proposées pour déterminer la position d'un utilisateur. L'un des plus populaires est le système GPS. Cette solution très performante en terrain dégagé est cependant relativement limitée en cadre urbain voire inutilisable à l'intérieur d'un bâtiment. Pour palier à cette limitation plusieurs systèmes ont été proposés ces dernières années. Active Badge [2] utilise des capteurs infra rouges disposés sur le plafond pour positionner un utilisateur équipé d'un transmetteur émettant périodiquement des signaux. Les signaux infra rouges ne pouvant traverser les obstacles cette solution permet une localisation à l'échelle d'une pièce. D'autres solutions comme PROSAFE [3], utilisé pour la surveillance de personnes âgées et/ou dépendante dans une chambre d'hôpital, ont repris ce principe en utilisant des capteurs de mouvement. Ces capteurs permettent de découper la pièce en plusieurs zones et d'avoir ainsi une estimation plus fine de la position de la personne. Ce type de solution permet d'obtenir des informations précises sur la position de l'utilisateur/équipement. La contre partie vient de l'appareillage lourd qu'il faut déployer dans les locaux à surveiller rendant le passage à l'échelle difficile en particulier dans un environnement de travail classique.

D'autres solutions se sont intéressées à l'étude des signaux radios et à leur exploitation pour la localisation. Ainsi, RADAR [4] propose de construire une carte du signal radio à l'intérieur d'un bâtiment en mesurant la puissance du signal reçu depuis plusieurs points d'accès. Cette solution présente l'inconvénient de devoir construire une cartographie complète et surtout de la maintenir à jour. En effet, les conditions de propagation du signal évoluent au cours du temps en fonction de paramètres extérieurs non contrôlables comme la météo par exemple.

Une autre approche, utilisée dans les réseaux coopératifs notamment, est de s'appuyer sur des points de références dont la position est connue pour déterminer la position d'un terminal en mettant en œuvre un algorithme de localisation. Doherty et al [5] proposent plusieurs algorithmes comme le calcul du centre de gravité à partir d'un ensemble de positions, le calcul d'un centre de gravité pondéré par des poids ou encore en résolvant un système d'inéquations construit à partir d'équation de cercles. Dans ce dernier cas, la distance entre les nœuds servant à former les cercles est estimée à partir de la puissance du signal radio reçu ou simplement à partir d'une distance maximum théorique fixée par les technologies de communication. Kang et al [6] se sont notamment intéressés à ces travaux sur les systèmes d'inéquations en ajoutant une dimension temporelle à l'algorithme qui permet d'obtenir des résultats plus précis.

Cette approche coopérative présente l'avantage de s'abstraire de toute considération technologique et également de ne pas être très coûteuses en temps de calcul ce qui rend possible son utilisation sur des terminaux mobiles. Elle nécessite cependant un acheminement des positions des terminaux voisins au niveau du terminal à localiser, or, à notre connaissance, il n'existe aucune proposition protocolaire pour mettre en œuvre cette phase de collecte qui est pourtant critique pour la qualité de la localisation. En effet, plus le nombre de terminaux participant à la localisation est important, meilleur est en général le résultat. Cependant, le temps d'attente des réponses peut dans ce cas là être particulièrement pénalisant. Il faut donc trouver un compromis entre nombre de réponses et temps d'attente avant de fournir un résultat à l'application/utilisateur. Le protocole de signalisation utilisé pour échanger ces positions doit donc tenir compte de ce compromis.

3. Signalisation et protocoles de découverte dans les réseaux sans fil

La connaissance des nœuds voisins est une fonction de base des réseaux informatiques. Cette fonction est mise œuvre de diverses façons selon le type de connaissance et le type de voisinage ciblés. Le voisinage se définit par la technologie réseau utilisée. Ainsi, deux nœuds voisins car raccordés par un réseau Ethernet peuvent se connaître par le protocole ARP[7] dans IPv4 ou par le protocole NDP[8] dans IPv6. Connaissant l'adresse IP de son voisin, l'on cherche alors à connaître son adresse MAC. Il est également possible de connaître la configuration de son voisin grâce au protocole LLDP[9] lorsque celui-ci est voisin au sens d'un réseau local IEEE quelconque. Pour les réseaux sans fils, deux voisinages supplémentaires se présentent : un voisinage que nous pouvons classer de demi-saut et un voisinage à deux sauts. Le premier consiste à découvrir et à se faire connaître d'un point d'accès par un échange périodique de trames propres à la technologie sans fil utilisée (exemple les trames beacon du wifi). Le second a cours dans les réseaux sans fils multi-sauts. Il s'agit d'obtenir les paramètres des voisins joi-

gnables par une transmission directe sans fil puis d'effectuer un relaiage par des protocoles tels "Hello" ou NHDP[10]. L'examen de ces protocoles dans le cadre d'application de la localisation, pour obtenir des informations de position de la part des voisins, fait apparaître une grande dépendance technologique. Dans les réseaux IEEE 802.15.3 (Bluetooth) par exemple, les communications entre nœuds sont indirectes. Elles sont centralisées au niveau d'un coordinateur si bien qu'il n'est pas possible d'obtenir d'informations sur la qualité du signal reçu entre deux terminaux voisins. Dans le cas de réseaux ad-hoc (802.15.4 en mode mesh ou 802.11) les trames de beacons peuvent être envisagées pour véhiculer les informations nécessaires à la localisation d'un nœud mais là encore, la solution proposée sera directement liée à la technologie ce qui ne nous paraît pas satisfaisant. Au niveau lien, le protocole ARP présente les mêmes restrictions dans le sens où le format des adresses qu'il supporte est lié à IPv4. Les requêtes et les réponses ARP ont un temps été envisagées pour transporter les informations relatives à la localisation, cependant, ces requêtes ne sont normalement effectuées que lorsque l'on connaît déjà le voisin au niveau IP, ce qui n'est pas envisageable dans un contexte de réseaux ubiquitaires. NDP présentent les mêmes inconvénients qu'ARP pour IPv6. LLDP permet de répondre partiellement à ces limitations en proposant de l'information standardisable et en étant compatible avec les différents types de réseaux IEEE. Cependant, c'est un protocole uni-directionnel qui nécessite de profondes modifications pour être utilisé dans un cadre de requêtes-réponses. Pour toutes ces raisons, le niveau protocolaire le plus adapté semble donc être le niveau réseau qui présente l'avantage de s'abstraire de toutes contraintes technologiques sous-jacentes. Sur le principe des protocoles "Hello" et NHDP conçus pour la découverte de voisins, nous proposons LocS un protocole de signalisation pour la localisation.

4. LocS : protocole de signalisation pour la localisation

L'objectif de LocS est de permettre à des terminaux (ou peers) situés à portée directe de communication d'échanger leurs positions. Un objectif secondaire est de pouvoir déterminer des informations sur la qualité du signal reçu à la réception de chacune de ces informations. Il peut donc être vu comme une évolution du protocole "Hello" pour la localisation. Une différence cependant est que LocS réagit en fonction de sollicitations venant de l'algorithme de localisation contrairement à Hello qui propose un mode de fonctionnement périodique. De plus, nous ne nous intéressons dans LocS qu'au voisinage immédiat, si bien que les paquets ne sont pas routables évitant ainsi le besoin d'intégrer un mécanisme d'évitement de boucles.

LocS fonctionne sur un mode requête/réponse et définit deux types de paquets. Les paquets de requêtes sont émis en broadcast sur le réseau à la manière d'un paquet de requêtes ARP. Les paquets de réponses sont renvoyés en unicast vers l'émetteur de la requête et contiennent la position du terminal qui répond. Le diagramme d'activité, présenté sur la Figure 1, détaille le fonctionnement du protocole pour le terminal cherchant à se localiser. Comme nous pouvons le voir, nous avons défini deux seuils : T_{Max} et Ans_{Min} . T_{Max} correspond au temps maximum autorisé pour recevoir les réponses des autres terminaux. Ans_{Min} fixe le nombre de réponses minimum que l'on souhaite pour exécuter notre algorithme de localisation. Il existe donc deux façons d'arrêter le processus : soit en dépassant le temps maximum alloué pour obtenir des réponses, soit en ayant obtenus suffisamment de réponses. Nous utilisons donc deux variables : *counter* et T . T évolue dans un intervalle compris entre T_{Min} et T_{Max} et double à chaque itération de l'algorithme si le nombre minimum de réponses n'a pas été atteint avant l'expiration du timer. Ce nombre de réponses est stocké dans la variable *counter* et augmente à chaque réponse reçue jusqu'à ce que le nombre minimum soit atteint ou jusqu'à ce que le timer expire.

Les valeurs de T_{Min} , T_{Max} et Ans_{Min} doivent être fournies par l'application ou par l'algorithme de localisation. En effet, elles vont influencer à la fois sur la qualité de la localisation mais également sur le temps nécessaire pour l'obtenir.

5. Conclusion

La définition du contexte est une phase complexe nécessitant la remontée de nombreuses informations parmi lesquelles la position joue un rôle très important. Dans cet article nous avons présenté LocS un protocole de signalisation pour la localisation utilisable dans la construction et la maintenance de contexte. Ce protocole à la demande est utilisable dans le cadre de réseaux coopératifs par des algo-

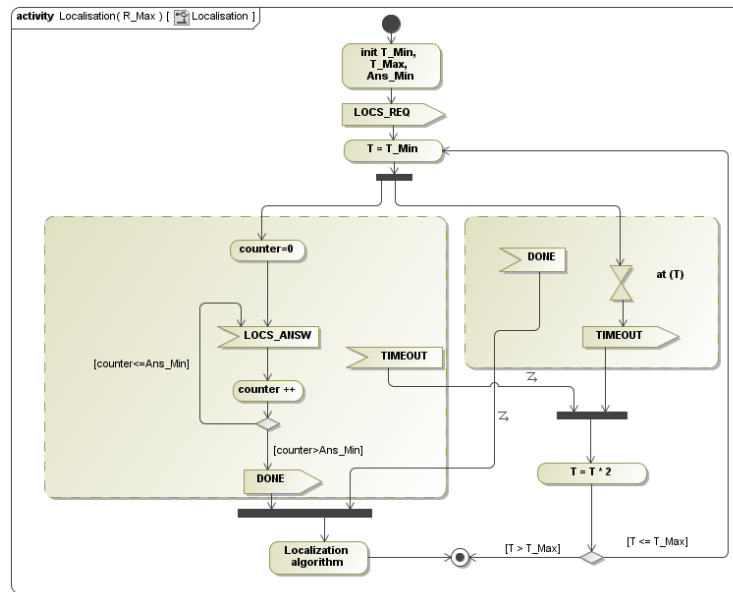


FIGURE 1 – Diagramme d'activité de LocS

rithmes de localisation tout en étant indépendant des technologies sous jacentes. La première étape de conception et de modélisation du protocole a été réalisée. Nous souhaitons maintenant implémenter ce protocole pour pouvoir réaliser une évaluation précise de l'impact du protocole sur la localisation et également fixer des valeurs par défaut pour les différents paramètres.

Bibliographie

1. A.K. Dey, "Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications", thèse de doctorat, College of Computing, Georgia Institute of Technology, 2000.
2. R. Want et A. Hoppe et V. Falcao et J. Gibbons, "The Active Badge Location System" dans ACM Transactions on Information Systems, vol. 10, no. 1, pp. 91–102, 1992.
3. S. Bonhomme et E. Campo et D. Esteve et J. Guennec, "PROSAFE-extended, a telemedicine platform to contribute to medical diagnosis" dans journal of telemedicine and telecare, vol. 14, no. 3, pp. 116-119, 2008.
4. P. Bahl et V. N. Padmanabhan, "RADAR : An In-Building RF-Based User Location and Tracking System" dans IEEE INFOCOM 2000, vol.2, pp. 775–784, 2000
5. L. Doherty et K.S.J. Pister et L.E. Ghaoui, "Convex Optimization Methods for Sensor Node Position Estimation" dans IEEE INFOCOM, 2001, pp.1655-1663, 2001.
6. G. Kang et T. Pérennou et M. Diaz, "An opportunistic indoors positioning scheme based on estimated positions" dans Proceedings of the IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC'09), 2009.
7. D.d C. Plummer "An Ethernet Address Resolution Protocol" dans RFC 826, IETF, 1982
8. T. Narten et al. "Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6)" dans RFC 4861, IETF, 2007
9. IEEE 802.1AB, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Station and Media Access Control Connectivity Discovery," 2005
10. T. Clausen et C. Dearlove et J. Dean "MANET Neighborhood Discovery Protocol (NHDP)." Internet-Draft, 2010.