
Test de services basés sur la localisation

Amel Mederreg, Ana Cavalli

Laboratoire CNRS SAMOVAR

Institut National des Telecommunications

9 rue Charles Fourier

F-91011 Evry Cedex

{Ana.Cavalli, Amel.Mederreg}@int-evry.fr

Marcien Mackaya, Richard Castanet

LaBRI

351, cours de la libération

33405 Talence Cedex

{richard.castanet, marcien.mackaya}@labri.u-bordeaux.fr

RÉSUMÉ. Dans cet article nous présentons la spécification de services basés sur la localisation et des techniques de test permettant d'évaluer leur conformité. Ces services font référence au protocole WAP¹, mais également aux technologies GPRS² et UMTS³, et font usage des données relatives à la localisation spatiale des terminaux. Les services sont spécifiés formellement en utilisant le langage SDL et ils ont été implantés en WML (langage d'implantation proposé par la WAP forum). Les scénarios de tests sont obtenus par application d'un algorithme qui permet de tester un service dans son contexte.

ABSTRACT. In this article we present the specification of location based services and methodology to test their conformance. These services refer to WAP protocol, but also to the GPRS and UMTS technologies by using terminal's location information. The services are specified formally by using SDL language and they were implemented in WML (language of implementation proposed by the WAP forum). The test patterns are obtained using an algorithm which allows to test a service in its context.

MOTS-CLÉS: Services, protocoles, Internet, WAP, GPRS, UMTS, services de localisation, test de conformité et d'interfonctionnement

KEYWORDS: Services, protocols, Internet, WAP, GPRS, UMTS, location based service, conformance and interworking test.

¹ Wireless Application Protocol

² Global Packet Radio System

³ Universal Mobile Telecommunication System

1. Introduction

Ces dernières années ont été marquées par des avancées majeures dans le domaine de l'informatique et des réseaux, plus particulièrement de l'Internet et des réseaux mobiles. Cette évolution a fait avancer les travaux relatifs à l'Internet sur les terminaux sans fil. Pour y arriver, la conception de nouveaux services et protocoles s'est avérée nécessaire. De plus, les architectures mises en œuvre par ces services et protocoles interconnectent des éléments hétérogènes, qui nécessitent d'être testés et expérimentés afin de valider leur interfonctionnement. Les tests et l'expérimentation sur des plates-formes réelles deviennent ainsi un enjeu capital pour les nombreux acteurs du domaine (opérateurs, équipementiers, fournisseurs de service).

Dans cet article nous nous intéressons davantage aux applications qui font non seulement référence au protocole WAP (et par conséquent aux technologies GPRS et UMTS), mais qui utilisent aussi des données relatives à la localisation spatiale des terminaux.

Le WAP est un protocole qui a été conçu pour permettre la transmission et la présentation de documents Internet sur des périphériques dont les possibilités d'affichage sont limitées.

Les services présentés dans cet article ont été implantés en WML, langage d'implantation proposé par le WAP forum. D'après les spécialistes des télécommunications mobiles, une des clés du succès du WAP réside dans les applications capables de prendre en compte la localisation de l'utilisateur [3]. Cet article est focalisé sur la spécification et le test de services (pour une description plus détaillée du WAP voir [4]).

Nous décrivons dans cet article, une application de localisation qui satisfait les requêtes liées à la proximité, l'itinéraire et le trafic routier et des techniques de test permettant d'évaluer leur conformité.

Ce travail de recherche fait partie du projet PLATONIS (PLAte-forme de validatiOn et d'expérimentatiOn multi-protocoles et multi-Services) qui a été labelisé par le RNRT (Réseau National de Recherche en Télécommunications), et qui est le résultat de la collaboration entre des laboratoires de recherche et des groupes industriels [11]. Ce projet a pour objectif l'étude, sur une plate-forme de test, des protocoles et services liés à la mobilité et des technologies permettant son développement.

Afin de faciliter la simulation des services et la génération des séquences de test, les services sont décrits en utilisant le langage SDL (Specification Description Language) [8,10]. SDL est un langage de description formelle du comportement réel du système normalisé par l'ITU (International Telecommunication Union).

L'article est organisé comme suit. La section 2 présente la fonction de localisation et les technologies de positionnement. La section 3 introduit un cas d'étude, basé sur des services liés à la localisation, conçus et développés dans le cadre du projet PLATONIS. La section 4 présente la spécification en SDL de ce cas d'étude et la séquence de test dans le langage Message Sequence Chart (MSC) obtenue par application d'un algorithme de génération de tests. Finalement, la section 5 présente les conclusions de ce travail.

2. Services de localisation

Le *LoCation Services (LCS)*, aussi appelé Mobile Positioning, est un ensemble de services dépendants de la connaissance de la position géographique du terminal. La position du terminal est une information qui peut être demandée par une application à laquelle on attribue la fonction *client*. L'application peut appartenir au réseau, lui être étrangère ou exister seulement sur le terminal. La requête est reçue par le serveur *MPC (Mobile Positioning Center)* qui la traite et la renvoie à l'application demandeuse. Le MPC récupère l'information de la localisation grâce à l'une des technologies de positionnement présentées dans la section 2.2 (figure 1)

Le Client et le Serveur de localisation communiquent entre eux en utilisant le protocole *SLoP (Spatial Location Protocol)* proposé par l'IETF. Ce protocole supporte les protocoles de transport UDP et TCP et donc les serveurs SLoP seront accessibles par toutes les plates-formes munies de TCP-IP. Le format du message du protocole SLoP se compose de trois lignes de texte qui contiennent les coordonnées spatiales, la date, le temps, et la précision des mesures verticales, horizontale et temporelle [6]. Ericsson utilise quant à lui le protocole *MPP (Mobile Positioning Protocol)*. Ce dernier est un protocole basé sur HTTP ce qui permet l'accès aux informations liées à la localisation sur n'importe quelle plate-forme [7,12].

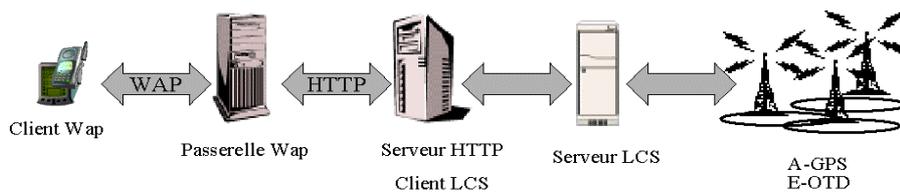


FIG. 1: Exemple de procédure de demande de localisation.

2.1 Le Mobile Positioning Center (MPC)

Le MPC est un ensemble de différents éléments qui ne figurent pas dans l'architecture de base du réseau GSM (Global System for Mobile communication) et

qui ont été ajoutés pour les besoins de la fonction de localisation. Ces composants sont [2]:

- *GMLC* (Gateway Mobile Location Center) : Vérifie si l'application demandeuse est autorisée à accéder aux informations concernant la localisation. Il doit aussi rechercher le *VMSC* capable de fournir cette information.
- *VMSC* (Visited Mobile Switching Centre) : Vérifie les caractéristiques de la souscription du mobile pour lequel nous recherchons la position. Il envoie la requête directement au *SMLC*, ou passe par le *BTS*⁴ (Base Transceiver Station) selon l'interface *SMLC/VMSC*.
- *SMLC* (Serving Mobile Location Centre) : Gère l'ensemble des ressources (*BTS*, *LMU*⁵ : Location Measurement Unit) qui interviennent dans la recherche de la position du mobile. Il calcule également son emplacement exact.

Pour le *GPRS* (General Packet Radio Service) le seul changement qui intervient par rapport au réseau GSM en ce qui concerne la technologie de positionnement, est l'intégration du *SMLC* dans le *BSC*⁶ (Base Station Controller). Néanmoins, du point de vue des standards, l'interface LCS n'est pas encore spécifiée entre le réseau à commutation (Core Network) de paquets (GPRS) et le réseau d'accès GSM. En revanche, le réseau d'accès UMTS dispose des interfaces LCS bien spécifiées à la fois avec les deux types de réseau de commutation (mode circuit et mode paquet) et le réseau d'accès GSM[1,9].

2.2 Technologies de positionnement

Il y a plusieurs méthodes pour localiser le *MS*⁷ (Mobile station). Ces méthodes sont basées sur la transmission de certains signaux et leur réception à l'autre bout. La technologie de positionnement utilisée est choisie selon les besoins (par exemple le temps de réponse) des applications. Parmi les différentes technologies de positionnement existantes, nous avons [15] :

GPS Global Positioning System

Le GPS utilise un ensemble de satellites pour localiser l'utilisateur. Cette information brute est traitée par le terminal ou envoyée sur le réseau pour être traitée afin de récupérer la position courante. L'exactitude de la position varie entre 5 et 40m par ciel clair.

⁴BTS équipement radio émetteur/récepteur qui communique avec le MS

⁵LMU unité utilisée dans les méthodes E-OTD et TAO

⁶BCS contrôle et gère les différents *BTS* qui lui sont reliés

⁷MS est un terminal mobile : le téléphone portable, un PDA...

A-GPS Assisted GPS

Le A-GPS utilise des récepteurs fixes GPS placés(au sol) à intervalles réguliers entre 200 et 400km, afin d'augmenter la précision de la position et de diminuer le temps de détection.

E-OTD Enhanced Observed Time Difference

Une station doit recevoir un signal synchrone de la part du MS ; la différence de temps de transmission entre le MS et deux BTS décrit une hyperbole. Avec trois stations on peut estimer la position du MS grâce à l'intersection des hyperboles. L'exactitude de la position est de 125m, mais à la différence du GPS cette méthode ne dépend pas de la clarté du ciel.

TAO Time Of Arrival

Le signal entre la station et le MS est continu, de ce fait la position du MS peut être connue en calculant le temps de propagation du signal radio, en forçant le BTS à envoyer un handover⁸ au MS.

CGI-TA Cell Global Identity-Timind Advance

Les zones couvertes par chaque BTS sont décomposées en cellules, on utilise donc l'identité de chaque cellule pour localiser l'utilisateur. Cette technologie est très peu coûteuse car elle utilise les terminaux déjà existants et peut être déjà opérationnelle pour des services comme celui de proximité. La précision varie entre 10 à 500m selon la taille de la cellule.

Par ailleurs, afin de déterminer la position des mobiles, le 3GPP-TS a déjà standardisé les méthodes suivantes de calcul : Cell-ID, E-OTD et GPS, déjà utilisées sur le GSM et Cell-ID et GPS sur l'UMTS.

3. L'application orientée localisation (LBA – Location based application)

La possibilité de connaître la position de l'utilisateur permet de développer différentes applications. En réalité leur nombre peut être très grand et les possibilités illimitées. Parmi les applications liées à la localisation, nous nous sommes inspirés de [14] afin de concevoir une application en WML qui englobe l'ensemble des services suivants :

Le service itinéraire

⁸ Handover est un signal de changement de cellule

L'itinéraire WAP aide les abonnés à planifier leurs voyages, à gérer leur temps et à atteindre leur destination en décrivant au mieux l'itinéraire. Les abonnés peuvent demander les directions rue par rue (en texte) pour leurs déplacements à pied, en voiture, à bicyclette, en bus, en métro ou en train.

L'itinéraire par Centre d'Appel : l'interface du Centre d'Appel permet aux opérateurs de fournir des informations d'itinéraire aux abonnés.

Le service de proximité

Les services WAP de proximité permettent aux abonnés de rechercher et/ou de repérer dans leur voisinage des points d'intérêt public tels que les parkings, arrêts de bus, musées, monuments, services publics, etc...

Le service de trafic

La carte de trafic routier : les cartes WAP de trafic routier aident les abonnés à éviter l'encombrement en affichant l'information à jour du trafic routier sur des cartes prédéfinis.

Trafic par Centre d'appel : l'interface du Centre d'Appel permet aussi aux opérateurs de fournir aux abonnés des informations de trafic selon le même procédé que pour l'itinéraire. Cette interface dispose des cartes relatives au trafic.

Service de secours

Ce service permet à un abonné en difficulté de faire appel en cas d'urgence à un service capable de le localiser et de lui apporter l'aide nécessaire. Cette aide peut couvrir les besoins suivants : dépannage auto ; urgence médicale ; police secours

La Recherche

On se trouve dans une région inconnue, on décide de se rendre dans un restaurant dont on connaît le nom (ou le début de nom). La recherche permet alors de retrouver l'adresse exacte de ce lieu s'il est contenu dans la base de données. Après avoir retrouvé le mot recherché, il est possible de consulter l'itinéraire.

L'utilisateur accède à ces services, via son terminal, en choisissant dans un menu (figure 2).

Ce type de services, peut poser problème par rapport au respect de la vie privée des abonnés. Par exemple, lorsque l'utilisateur accède au service de proximité avec son terminal et qu'il est à la recherche du restaurant le plus proche, une annonce publicitaire du restaurant le plus proche peut lui être envoyée. Aussi l'abonné peut refuser que sa position soit divulguée à d'autres fournisseurs de service ou personne. Afin de remédier à ce problème, nous proposons un autre niveau de sécurité pour les utilisateurs. En plus de demander à l'utilisateur une autorisation pour la demande de positionnement, l'opérateur va fournir un numéro d'identification temporaire connu par lui seul. Ce numéro sera demandé à l'opérateur lors de chaque utilisation de

l'application par le mobile, sachant qu'avec le numéro SIM⁹ (Subscriber Identification Module) et l'autorisation de l'abonné, le fournisseur de service a accès à chaque instant aux données de positionnement de ses abonnés. L'utilisation du numéro temporaire, qui sera détruit par l'opérateur après chaque demande de localisation du fournisseur de service, va permettre de rejeter d'autres demandes de positionnement.

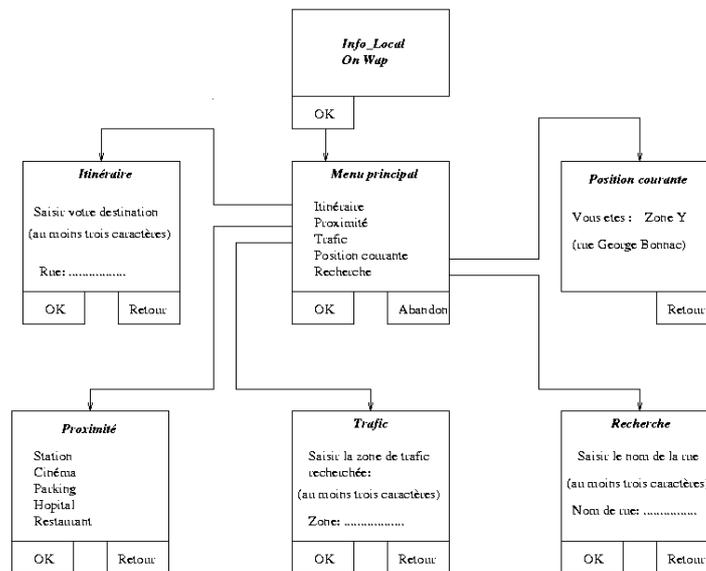


FIG. 2: Diagramme d'enchaînement des écrans du terminal pour l'application des services basés sur la localisation .

Un lien entre le numéro temporaire et le numéro SIM existe et est stocké dans une base de données appartenant à l'opérateur, qui est mise à jour. Cette méthode permet aux abonnés d'être localisés seulement à leur demande.

Comme nous ne pouvons pas avoir les coordonnées spatiales réelles de chaque position, nous utiliserons une base de données, consultée par le MPC, et où est stockée la position (adresse postale) de chaque terminal identifié par son numéro SIM, remise à jour en permanence. Dans notre cas, nous introduirons ces informations nous-mêmes. Le terminal, au moment de choisir le service désiré, communique son numéro temporaire et récupère sa position courante.

⁹La carte SIM est une puce qui permet l'utilisation du terminal mobile. Elle contient certain nombre de fonction de sécurité, et le numéro d'identification de l'abonné.

4. Spécification et génération de séquences de tests pour l'application

Cette section présente les résultats des expériences de tests appliqués sur l'application LBA décrite dans la section précédente. A partir de la spécification formelle de l'application LBA, un ensemble de scénarios de test ont été générés automatiquement en utilisant l'algorithme de test imbriqué développé au sein de notre groupe [4]. Pour ce faire, nous exprimons sous forme de prédicats les transitions du module que nous voulons tester. Ces prédicats constituent les objectifs de tests que nous voulons atteindre. La méthode utilisée permet de générer la séquence de test en utilisant l'objectif à atteindre pour guider la simulation et par conséquent de choisir un sous-ensemble de destinations (un service parmi les autres services).

Cette méthode construit la séquence de test à partir des simulations partielles de la spécification et permet d'éviter le problème d'explosion combinatoire. Elle permet aussi de générer un nombre de scénarios selon les différents cas que nous pouvons avoir. Nous choisissons le scénario approprié grâce aux paramètres d'entrée et aux objectifs de tests.

Les scénarios obtenus vont nous permettre de faire du test de conformité et de détecter les erreurs relatives à des messages erronés inattendus. Une fois les tests générés, nous les appliquerons sur l'implantation en WML des services, afin de tester leur comportement fonctionnel.

Dans ce qui suit nous allons présenter la spécification en SDL de l'application ainsi que les résultats obtenus par les expérimentations.

4.1 Spécification en SDL de l'application

La spécification de l'application LBA a été faite en SDL-92 afin de faciliter la modification, l'ajout ou la suppression de certaines fonctionnalités. Egalement afin de permettre l'utilisation de certains types de variables, comme par exemple les listes et les tableaux. Nous avons utilisé les déclarations en ASN.1 [5].

La spécification de l'application inclut les comportements de l'utilisateur, du terminal mobile, du serveur d'application, de la passerelle WAP et du MPC.

Le système est composé de 4 blocs (figure 3):

Bloc *Terminal* : contient le processus *Mobile* qui décrit le comportement d'un ou plusieurs terminaux et de leurs utilisateurs.

Bloc *Network* : est composé de deux sous-blocs : le bloc *LCS* qui décrit le comportement du MPC, et le bloc *Operator* qui donne le numéro d'identification temporaire du terminal et le numéro SIM correspondant au LCS.

Bloc *Gateway* : décrit le comportement de la passerelle WAP.

Bloc *Location_Services* : décrit le comportement du serveur d'application. Ce bloc est composé de huit processus: processus *Menu*; cinq processus pour les différents services : *Nearness*, *Itinerary*, *Assistance*, *Traffic* et *Search*. Le processus *Location*, inclut dans ce bloc aussi, convertit les information de localisation de coordonnées spatiales en adresses postales; et le processus *Manager*, seul processus statique de ce bloc, qui permet de créer les autres processus.

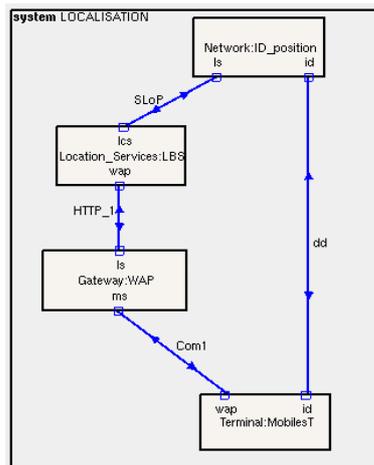


FIG. 3: Spécification en SDL du système de localisation.

Les processus *Nearness*, *Itinerary*, *Traffic*, *Menu*, *Operator*, *Location* ont leurs propres bases de données. Chaque base de données contient les informations suivantes :

La Base de données *Nearness* contient les catégories, (cinéma), type (UGC), adresse et information complémentaire (téléphone);

La Base de données *Itinerary*, contient le nom de toutes les rues avec la distance et le chemin entre elles.

La Base de données *Traffic*, contient toutes les cartes de trafic de chaque région.

La Base de données *Position*, contient la position de chaque mobile. L'utilisateur est identifié par son numéro SIM.

La Base de données *Profil*, contient les informations de souscription des utilisateurs. Chaque utilisateur peut avoir souscrit à un ou plusieurs services.

La Base de données *Position_Convert*, contient les coordonnées spatiales et leur conversion en adresse postale.

La Base de données *Position_Attribute*, qui appartient au processus *Operator*, contient l'identification temporaire du mobile et son numéro SIM correspondant.

Afin de fournir une idée générale de la complexité de la spécification du système SDL, on présente dans le tableau 1 quelques chiffres significatifs sur le système global. Ce dernier a été simulé en utilisant le mode de simulation exhaustive, pour obtenir un graphe d'accessibilité complet. Afin d'exécuter la simulation du système, on le configure avec un fichier de démarrage, qui initialise certaines variables, telles que les bases de données, le numéro de la carte SIM qui invoque le service, le nom de la rue ou le mot clé à chercher.

Le tableau 2 donne quelques informations sur le nombre d'états, de transitions, etc., tous obtenus après un arrêt manuel de recherche exhaustive pour deux mobiles simultanément. Même si nous avons réussi à obtenir un graphe minimisé (voir tableau 2), il reste de grande taille et les séquences de tests obtenues sont longues.

Nous constatons que nous obtenons une couverture de 83.78% et 92.5%. Le fait que nous n'obtenions pas de couverture totale est due aux valeurs initiales des variables du système spécifié. Néanmoins le taux de couverture reste bon, par conséquent nous avons vérifié qu'après simulation de la spécification, elle était libre de tout « livelock » et « deadlock ».

Lignes	11709
Blocs	5
Processus	14
Procédure	29
Etats	80
Signaux	40
Macro définition	0
Timers	1

Tableau 1: Mesures de la spécification.

Nombre d'états	759045
Nombre de transitions	1914851
Profondeur maximale atteinte	45
Durée	55 mn 54 s
Couverture des transitions	83.78%
Couverture d'états	92.50%

Tableau 2: Résultats de la simulation exhaustive de la spécification.

4.2 Génération de scénarios pour le module *Itinerary*

Dans cette section, nous nous sommes intéressés au test du module *Itinerary* dans son contexte afin de générer un scénario de test. Ce scénario va nous

permettre de vérifier le comportement du service d'itinéraire sur l'implantation. La même méthode a été utilisée pour le test des autres services. Comme nous n'avons pas d'accès direct au service, nous avons choisi d'utiliser la technique du test imbriqué. A chaque développement d'un nouveau service il va être ajouté à l'application sans que les autres composants soient affectés.

La première étape de la génération de séquences de test en utilisant cette méthode, est la définition des objectifs de test. Pour des raisons de simplicité nous avons choisi les objectifs de test suivants :

Objectif de test 1 : Une fois que le service reçoit la requête de l'utilisateur, il lui demande de choisir le type de service qu'il veut avoir (l'appel vers un centre, obtenir la position courante ou bien avoir un itinéraire).

Objectif de test 2 : Une fois que le service d'itinéraire reçoit le choix de l'utilisateur, il envoie une demande de positionnement au MPC.

Objectif de test 3 : Une fois la position de l'utilisateur obtenue, le service demande à l'utilisateur de lui communiquer sa destination.

Objectif de test 4 : Une fois la destination connue par le service, il envoie à l'utilisateur l'itinéraire à suivre.

Une fois que toutes les transitions du composant imbriqué *Itinerary* sont traversées, on obtient une couverture totale de module et une séquence de test unique, qui correspond à la longueur totale du chemin qui a été parcouru de l'environnement à la dernière transition du module. Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 3. Nous constatons que la séquence obtenue a une longueur de 46 transitions. Cette dernière sera utilisée pour tester l'implantation et vérifier l'interfonctionnement des différents composants de l'architecture du projet PLATONIS.

Objectif de test	Profondeur atteinte	Durée
#1	22	6.9s
#2	6	2.9s
#3	3	3.1s
#4	15	2m 1.8s

Tableau 3 : Résultats Obtenus du test du module Itinerary.

5. Conclusion

Dans cet article nous avons présenté des services basés sur la localisation appliqués dans le domaine de la téléphonie mobile, et qui sont étudiés dans le cadre du projet PLATONIS. Ces services permettent d'acheminer l'information à tout

moment et de la mettre à la disposition de l'utilisateur en se basant sur son emplacement. Ces derniers ont été formellement décrits en utilisant une technique de description formelle, à savoir le langage SDL.

Enfin, des tests sur ces services ont été effectués afin de vérifier leur comportement par rapport à leur description formelle. Cette dernière a permis de générer automatiquement un ensemble de scénarios, en utilisant un algorithme pour le test de composant.

Pour la suite nous envisageons de prendre en considération la partie du calcul de la localisation sur les différents réseaux mobiles GPRS et UMTS et de les intégrer dans la spécification.

6. Bibliographie

- [1] 3GPP TS 25.305 version 3.7.0 Release 1999. "Universal mobile telecommunications system (umts);stage 2 functional specification of ue positioning in utran". Technical report, ETSI TS 125 305 V8.3.0 (2001-10), January 2002.
- [2] 3GPP TS 03.71 version 8.3.0 Release 1999. "Technical specification digital cellular telecommunications system (phase 2+); location services (lcs); functional description; stage 2." Technical report, ETSI TS 101 724 V8.3.0 (2001-10), 1999.
- [3] Bessière.H., "*01 Réseaux*, (87)", 11–12, juillet-août 2000.
- [4] Cavalli.A. et al., "Hit-or-jump: An algorithm for embedded testing with applications to in service.", *FORTE/PSTV'99*.
- [5] Dubuisson.O., "*ASN.1*", Springer, 1999.
- [6] Department of Defense., "Dod world geodetic system 1984 – its definitions and relationships with local geodetic system-tr8350.2.", 1984.
- [7] Ericsson., "Mobile positioning protocol version 1.1." Technical report, 2000.
- [8] ITU. *CCITT*., "*Specification and Description Language(SDL)*." Recommendation Z.100, 1992.
- [9] Mackaya.M, Castanet.R., "Modeling Operation in UMTS Network" ACM International Workshop 2002, sep 23-26, Atlanta, Georgia, USA.
- [10] Sarma.A, Ellsberger.J., Dieter Hogrefe. "SDL, formal object-oriented language for communicating systems", Prentice Hall, 1997.
- [11] The PLATONIS Consortium., "The platonis project" ASW'2001, Mai 2001.
- [12] Wohlert.R., "Location based services service requirements document". January 2000.
- [13] <http://www.wapforum.org>
- [14] <http://www.webraska.com>
- [15] <http://www.wirelessdevnet.com/channels/lbs/features/mobilepositioning.html>