



université PARIS-SACLAY

«PRÉDICTION DE LA MOBILITÉ POUR LA GESTION DES HANDOVERS DANS LES RÉSEAUX IP : MODÈLES ET ALGORITHMES» PAR SAMIR BELLAHSENE

Présentée par : Samir Bellahsene Laboratoire : PRiSM Discipline : informatique

Résumé :

Dans les réseaux cellulaires, la procédure du handover qui consiste à transférer un terminal mobile en communication d'une interface radio vers une autre reste un problème majeur pour la garantie de la continuité des services. Ces handovers qui reposent principalement sur des phases de mesures introduisent des délais proportionnels au nombre de cellules voisines à scanner. En effet, durant la phase du handover, le terminal mobile doit scanner continuellement son voisinage pour déterminer la station de base qui offre la meilleure qualité de signal et de service. Étant donné que les couvertures actuelles sont de plus en plus denses et que, dans le but d'augmenter la capacité des réseaux, les opérateurs optent pour une planification cellulaire avec des cellules de faibles largeurs (ex. Picocells et Femtocells), les temps qu'occupent ces phases de handover deviennent longs et critiques au point de ne pas respecter les contraintes temporelles imposées par les applications mobiles. Dans ce cas, le mobile risque de perdre sa communication avec sa station de base d'origine, avant que la liaison avec la

nouvelle station qui offre la meilleure qualité de service ne soit établie.

Dans ce contexte et dans le cadre des réseaux mobiles tout IP, à l'image du LTE et du Wimax, nous proposons dans notre thèse une solution fondée sur la prédiction de la mobilité pour anticiper les handovers et garantir la continuité des communications des utilisateurs mobiles. Cette solution qui suppose un apprentissage permanent des mouvements antérieurs de chaque utilisateur, consiste en une approche algorithmique basée sur la théorie des graphes et les chaînes de Markov. Nous définissons deux notions importantes : les profils locaux et les profils globaux. Les profils locaux reposent sur l'hypothèse qu'un utilisateur a toujours tendance à suivre régulièrement les mêmes chemins. Ainsi, un profil local se définit comme une séquence de cellules régulièrement empruntées par l'utilisateur entre deux cellules, la source et la destination. Un profil global se définit comme étant un parcours très fréquenté par plusieurs utilisateurs et il représente la séquence des cellules traversées par ces mêmes utilisateurs entre une cellule source et une autre de destination. La difficulté principale dans cette notion réside dans le fait qu'un profil, local ou global, ne se traduit pas nécessairement dans le graphe de voisinage des cellules par un chemin unique, mais par un ensemble de chemins quasi identiques que nous avons réussi à détecter grâce à la théorie des graphes. Ainsi, le principe de base de notre approche consiste à combiner dans un modèle de prédiction les chaînes de Markov avec la notion de profils locaux et globaux pour prédire les prochains déplacements des utilisateurs dans le réseau. Nous avons présenté un schéma d'implémentation au niveau de l'architecture du LTE qui tient compte de la disposition des entités de gestion de la mobilité et des besoins en termes de la confidentialité des données des utilisateurs.

L'évaluation de notre approche a été réalisée en utilisant des données de mobilité réelles. L'analyse de ces données a confirmé la validité de la notion des profils locaux et globaux. La comparaison des taux de réussite des prédictions réalisées avec notre approche et avec les meilleures méthodes trouvées dans la littérature prouvent l'efficacité de notre modèle qui offre des résultats significatifs en termes de prédictions réussies.

Abstract :

Service continuity is one of the main quality of service requirements in cellular networks. However, the continuity of user sessions is not always guaranteed as the changes of radio channel, namely handovers, during mobile user movements between the network cells, imposes short session disconnections. Thus, in the case of applications such as multimedia applications where a session discontinuity cannot be transparent to the users, the continuity of a service like VoIP is not guaranteed unless an efficient handover procedure is implemented. The handover procedure consists in handing off a call to a

new cell when the mobile user crosses the current-cell boundaries and moves to an adjacent cell while the call is in progress. During this procedure, the mobile terminal should scan all the neighbouring cells to determine the one offering the best quality of signal a service. The coverage density of current mobile networks is often important and, to increase network capacity, mobile operators further deploy cells with small size, like picocells and femtocells. Thus, the time needed by any mobile terminal to scan all its neighbouring cells and classify those offering the best quality of signal and service can be long enough to become a critical issue for service continuity. Consequently, for multimedia applications that require short service interruption time, the number of cells to scan, before a handover is initiated, may play a decisive role in service continuity. In this context and in the case of mobile IP networks, like LTE and Wimax, we propose in this thesis a solution based on mobility prediction to limit the number of cells to scan. The objective is to predict the next cell(s) to be visited by the mobile user. If a unique cell is predicted, no radio signal measurement is needed, otherwise only the predicted cells will be scanned and the one offering the best quality of signal is selected. Thus, mobility prediction allows the network to anticipate the preparation of the handover in the predicted cell, enabling seamless handovers and thus limited call dropping rates. The solution we propose requires regular learning from the past movements of mobile users. It consists on an algorithmic approach based on graph theory and Markov chains. We define the notion of local and global profiles. The local profile is a set of closed sequences of cells the user has the tendency to regularly cross in the same way. Similarly, the global profile is a set of cell sequences often followed by a large number of users. A major difficulty of this approach is that a local or global profile does not necessarily translate into a unique path in the neighbourhood graph of cells, but as a set of paths sufficiently close, that we detect with the use of graph theory. Thus, our mobility prediction model consists in combining the notion of local and global profiles in order to compute the probability of the next moves, and thus predict the next cell of the user. We provide an implementation scheme of this model in LTE architecture. This scheme is aware of the elementary position in the network of the entities dedicated to manage mobility of users. It also takes into account the needs in terms of user data confidentiality. In order to assess the performance of our prediction model, we use data sets from real networks. The analysis of these data approves the validity of our local and global profiles approach. The comparison between prediction accuracies obtained with our prediction model and one of the best models found in the literature proves the efficiency of our prediction approach.

Pascal BERTHOME, Professeur des Universités, à l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs (ENSI)/Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans - Bourges - Rapporteur

Fabrice VALOIS, Professeur des Universités, à l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA)/Centre d'Innovation dans la Télécommunication et l'Intégration des services (CITI) - Rapporteur

Dominique BARTH, Professeur des Universités, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Système, Modélisation (PRISM) - Versailles - Directeur de thèse

Leïla KLOUL, Maître de Conférences, Habilitée à Diriger des Recherches, à l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines/Laboratoire Parallélisme, Réseaux, Système, Modélisation (PRISM) - Versailles - Co-Directeur de thèse

André-Luc BEYLOT, Professeur, à l'Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Electronique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications (INP-ENSEEIH) - IRIT UMR 5505 - Examineur

Guillaume VIVIER, Ingénieur de Recherche, à la société SEQUANS - Courbevoie - Examineur

Contact : [dredval service FED : theses@uvsq.fr](mailto:dredval.service.FED@theses@uvsq.fr)