

Sujet de thèse proposé par le LIG et par le Centre MICA

Titre :

Localisation d'un utilisateur dans un espace perceptif à grande échelle par analyse multimodale hétérogène

Thèse en co-direction

Laboratoires : LIG/Prima Grenoble et Centre MICA Hanoi

Codirecteurs : Dominique Vaufreydaz (LIG/Prima) et Eric Castelli (MICA)



Contexte :

Un espace ou **environnement perceptif** peut être défini comme un environnement doté de divers capteurs permettant d'analyser les conditions environnementales (du capteur simple de température à la caméra), d'un système de communication (généralement sans fil) et de gestion intelligente avec divers actionneurs. Cet environnement perceptif est alors dit « intelligent » (smart room, smart building) car capable de s'adapter pour répondre aux besoins ou aux souhaits des utilisateurs. Les applications les plus courantes sont la gestion des habitations (gestion de l'énergie, par exemple), la surveillance médicale de personnes âgées, ou la gestion des bâtiments administratifs. Nous souhaitons développer le concept d'espace perceptif « à grande échelle », c'est-à-dire un environnement intelligent qui sera déployé sur une grande surface englobant plusieurs bâtiments (comme un campus universitaire par exemple).

Nous définissons aussi le concept « **d'homme augmenté** » qui décrit un être humain portant sur lui un ou plusieurs appareils mobiles intelligents et communicants sans fil (téléphone, smartphone, pda, notebook). Grâce à ces appareils mobiles intelligents, l'être humain peut alors communiquer avec une ou plusieurs applications (consultation de ses mails, consultation d'Internet, échanges de fichiers, d'informations, etc.).

Si nous réunissons ensemble les deux concepts d'environnement perceptif à grande échelle et d'homme augmenté, nous pouvons alors proposer le déploiement d'espaces intelligents à l'intérieur desquels l'utilisateur se déplacerait, travaillerait, habiterait... donc, un concept où l'être humain serait à la fois utilisateur, mais aussi acteur du système. Il sera alors possible de proposer à cet utilisateur des services adaptés à son profil mais aussi à l'activité qu'il est en train de réaliser. Dans le cadre de ce projet, nous limiterons dans un premier temps l'étendue des possibilités et nous nous concentrerons sur deux « caractéristiques » de l'utilisateur : son **profil** et **sa localisation** dans l'espace intelligent.

Problématique :

Le problème de la localisation de personnes dans un environnement perceptif n'est pas encore totalement résolu de nos jours. Son intérêt est grandissant dans des approches aussi différentes que les campus numériques/intelligents (« smart-campus ») ou le maintien de personnes malades ou affaiblies à domicile dans de bonnes conditions. Cependant dans ces environnements proactifs, les services proposés, ou la détection de comportements pathologiques des malades, dépendent très fortement de la possibilité de localiser plus ou moins finement les personnes (utilisateurs). Que ce soit à l'échelle d'un campus, d'un bâtiment ou plus simplement d'une pièce, il semble alors possible de combiner plusieurs niveaux (et plusieurs types de technologies) de localisation complémentaires autorisant ainsi une perception plus efficace et plus fiable de la personne.

Dans le cadre cette thèse, nous envisageons de construire un système de localisation multi niveaux permettant de travailler à différents degrés de granularité en fonction des équipements disponibles et de la précision requise pour l'application développée. Cette approche se situe dans la même mouvance que le système MagicMap¹. Cependant, contrairement à celui-ci, nous n'allons pas utiliser uniquement des technologies dites « sans fils » comme le GPS, le Wifi, le Bluetooth ou les RFID, mais nous comptons les enrichir en utilisant des systèmes de suivi 3D des personnes utilisant des caméras et des microphones.

Travail à réaliser :

Le travail proposé dans cette étude doctorale portera plus particulièrement sur le développement d'une méthodologie générique permettant de déployer des technologies hétérogènes de localisation.

¹ S. Brüning, J. Zapotoczky, P. Ibach, V. Stantchev, *Cooperative Positioning with MagicMap*, in: Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2007 (WPNC'07), Hannover, March 22, 2007

L'originalité de notre démarche consiste en notre volonté d'aborder la localisation de personnes dans des espaces perceptifs de grande échelle, avec une approche pluridisciplinaire qui nécessite des méthodologies innovantes qui vont bien au-delà de la simple adaptation de modèles. Il sera nécessaire pour cela de lever plusieurs verrous scientifiques. Le premier concerne l'hétérogénéité des informations : par exemple, les informations extraites d'un suivi vidéo et celles produites par un WPS (Wifi Positioning System) ne présenteront pas les mêmes précisions, types et formats. Certaines données, comme celles provenant de la localisation acoustique, ne seront pas continues dans le temps. À cause de cette hétérogénéité des informations, une simple fusion des données ne sera pas suffisante, il sera nécessaire d'imaginer des processus complexes d'analyse multimodale qui ne traiteront pas seulement les données brutes en provenance des capteurs ou des systèmes de localisation, mais aussi des informations d'un plus haut niveau cognitif et/ou sémantique. Le second verrou scientifique concerne l'appariement des informations en provenance des différents systèmes. Si l'on reprend l'exemple de MagicMap, il est assez facile pour le système de savoir à tous les instants « qui est qui » en utilisant l'adresse MAC de la carte Wifi. Cependant, pour un système vidéo cette détection continue est plus délicate, en particulier si les cameras ne disposent pas de suffisamment de recouvrement entre elles.

Conditions de travail et encadrement :

Cette thèse se fera en co-encadrement entre l'équipe PRIMA du laboratoire LIG (Laboratoire d'Informatique de Grenoble) et le Centre de recherche international MICA (Multimédia, Informations, Communication et Applications) à Hanoi (Vietnam). Il sera prévu des séjours partagés à peu près équitablement entre Grenoble et Hanoi.(donc avec des séjours de plusieurs mois à Hanoi). Pour information, le Centre MICA est une Unité Mixte Internationale (UMI) du CNRS localisée au sein de l'Institut Polytechnique de Hanoi.

L'étudiant bénéficiera d'une bourse de thèse du Ministère de l'Education français d'un montant d'environ 1200 € par mois. Ses frais de voyages pour se rendre à Hanoi seront pris en charge par les deux laboratoires. A Hanoi, l'étudiant pourra bénéficier d'une chambre dans la résidence universitaire pour étudiants non vietnamiens du campus de l'Institut Polytechnique de Hanoi.

Cette thèse se déroulera dans le cadre du projet PERSPOS² et du projet DYNAMICS³ où le Centre MICA est porteur du projet et le laboratoire LIG l'un des partenaires (les autres partenaires étant l'Institut de la Technologie du Cambodge, l'Université de Kuala Lumpur en Malaisie, le Laboratoire L3I de La Rochelle, Telecom Bretagne (Brest) et Orange/France Télécom RD). L'étudiant doctorant participera aux réunions de travail du projet, que cela soit en France où dans l'un des trois pays Vietnam, Malaisie et Cambodge.

Dans le cadre du projet, 3 plateformes de développement seront utilisées : la plateforme de l'équipe PRIMA du LIG située dans les locaux de l'INRIA Mont Bonnot, la salle SIAM (Salle Intelligente pour Applications Multimédia) du Centre MICA à Hanoi et une nouvelle plateforme qui sera mise en place au sein de l'ITC Phnom Penh pendant le projet DYNAMICS.

Déroulement de la thèse :

La première moitié de la première année de la thèse sera consacrée à l'étude de l'état l'art et des solutions qui ont déjà été proposées (si elles existent) dans d'autres laboratoires travaillant dans le même domaine dans le monde.

La deuxième moitié de la première année de thèse permettra à l'étudiant de se familiariser avec les plates-formes et de proposer des premières expérimentations.

Au cours de la 2^{ème} année de thèse, les méthodologies proposées seront systématiquement testées et validées.

La dernière moitié de la 3^{ème} année de la thèse sera réservée à la rédaction du mémoire et à la préparation de la soutenance.

Pour chaque année de la thèse est il est envisagé que l'étudiant fasse des séjours compris entre 4 et 6 mois à Hanoi, suivant les besoins et les contraintes de la thèse. Les frais de voyages seront pris en charge par les laboratoires dans le cadre des projets PERSPOS et DYNAMICS.

² PERSPOS : **PERSONNE POSITIONING SYSTEM**

³ DYNAMICS : **DY**Namic Approach for **M**ultimedia Information **C**ollection **S**ystems

English version

Title:

User localization in large-scale perceptive environment using multimodal heterogenic analysis

Co-direction

LIG/Prima laboratory Grenoble and MICA center Hanoi.

Co-directors: Dominique Vaufreydaz (LIG/Prima) and Eric Castelli (MICA)



Context:

A **perceptive space** or environment can be defined as a space endowed with multiple sensors allowing to analyze the environmental conditions (from a simple temperature sensor to a camera), with a communication system (generally wireless) and an intelligent management using diverse actuators. This perceptive environment is considered as "smart" (smart room, smart building) when it is able to adapt itself in order to answer users needs or wishes. The most common applications are home management (energy management, for example), medical assistance for old persons, or the management of administration buildings. We wish to develop the concept of "large-scale" perceptive space that is an intelligent environment which will be deployed on a large surface containing several buildings (as a university campus for example).

We also define the "**augmented man**" concept as a human wearing one or many mobile intelligent wireless devices (telephone, Smartphone, pda, notebook). Using all these devices, one can use many different applications (read emails, browse the Internet, file exchange, etc.).

If we join the large-scale perceptive environment and the augmented man concepts, we can then deploy intelligent spaces inside which the user would move, would work, would thus live... a concept where the human being would be user, and at the same time, actor of the system. It will be possible to propose services to the user: services adapted to its profile and its current activity. Within this project, we will focus on two "characteristics" of the user: its profile and its localization in the smart space.

Problematic:

The people localization in perceptive environment problem is still not solved nowadays. Its interest is growing in many different approaches like the smart/numeric campus or when we want to maintain sick or weakened persons at home in good conditions. Nevertheless, in these proactive environments, proposed services, or the pathological behavior detection of the patients, are mainly based on the ability to localize more or less precisely people (users). Whether it is at the scale of a campus, of a building or more simply of a room, we can combine several additional localization levels (and several technologies) to allow a more accurate and reliable user perception system.

In the framework of this thesis, we intend to build a multi-level localization system allowing working on various granularity degrees according to the available equipments and to the precision required for the targeted application. This approach is in the same research area as the MagicMap⁴ system. However, contrary to this one, we are not only going to use wireless technologies as GPS, Wifi, Bluetooth or RFID, but we plan to enrich them by using 3D tracking system using cameras and microphones.

Work:

The work in this doctoral study will concern more particularly the development of a generic methodology allowing the usage, at the same time, of heterogeneous localization technologies. The originality of our project is the localization of persons in large-scale perceptive spaces with a multidisciplinary approach which requires innovative methodologies which are well beyond the simple models adaptation. It will be mandatory to solve several scientific locks. The first one concerns the heterogeneity of the information: for example, information extracted from a video tracking system and those produced by a WPS (Wifi Positioning System) will not present the same precision, types and formats. Moreover, some time data will not be continuous in time like in acoustic localization systems. Because of this heterogeneity, a simple fusion of the data will not be sufficient, it will be necessary to imagine more complex multimodal analysis which will handle not only raw data from the sensors or the localization systems, but also higher cognitive and/or semantic information. The

⁴ S. Brüning, J. Zapotoczky, P. Ibach, V. Stantchev, *Cooperative Positioning with MagicMap*, in: Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2007 (WPNC'07), Hannover, March 22, 2007

second scientific lock addresses the matching of information coming from different systems. If we look more precisely at MagicMap, it is almost easy to know every time who's who using for example the MAC address of the Wi-Fi card. In a video tracking system, this continuous detection is more delicate in particular if the covering of cameras view is not good enough.

Working conditions:

This thesis will be held jointly between the PRIMA group of the LIG laboratory (Laboratoire d'Informatique de Grenoble) and the MICA (Multimédia, Informations, Communication et Applications) research center in Hanoi (Vietnam). Training periods will be shared equitably between Grenoble and Hanoi (so with several months stays in Vietnam). For information, the MICA center is an international research unit (UMI) of the French CNRS located in the Polytechnic Institute of Hanoi.

The doctoral student will benefit from a stock grant of the French Ministry of the Education of approximately 1200 € a month. His travels to go to Hanoi will be paid by both laboratories. In Hanoi, the student can live in a chamber in the residence for non Vietnamese students on the campus of the Polytechnic Institute of Hanoi.

This doctoral study will be conduct within the framework of the PERSPOS⁵ and the DYNAMICS⁶ project where the MICA center is leader and the LIG laboratory is a partner (other partners are the Technology Institute of Cambodia, the Kuala Lumpur University in Malaysia, L3I Laboratory from La Rochelle, Telecom Bretagne (Brest) et Orange/France Télécom R&D). The student will participate in project meeting in France, Vietnam, Malaysia and Cambodia.

During the thesis, 3 platforms will be used : the PRIMA group one located within the INRIA Montbonnot, the SIAM room (Salle Intelligente pour Applications Multimédia) of the MICA center in Hanoi et a new one developed at the ITC Phnom Penh in the DYNAMICS project.

Planning:

The first half of the first year will be dedicated to study the state of the art and already available solutions (if they exist) in other laboratories working of the same research area.

The second half of this first year will be used to test the available platforms and to make the first experiments.

During the 2nd and the beginning of the 3rd year of the work, proposed methodologies will be systematically tested and validated.

The last half of the 3rd year will be dedicated to write the manuscript and to prepare the final presentation

For every year, it is envisaged that the student will make stays between 4 and 6 months in Hanoi, following needs and constraints of the thesis. The travel expenses will be taken by the two laboratories within the framework of the PERSPOS and DYNAMICS projects.

Websites:

Laboratoire d'Informatique de Grenoble: <http://www.liglab.fr>.

International Research Center MICA: <http://mica.edu.vn>

⁵ PERSPOS : **PER**SONNE **POS**ITIONING **SYS**TEM

⁶ DYNAMICS : **DYN**amic **A**pproach for **M**ultimedia **I**nformation **C**ollection **S**ystems