



**HAL**  
open science

## Localisation multimodale dans le contexte d'un système de télévigilance médicale

Toufik Guettari, Paulo Armando Cavalcante Aguilar, Jérôme Boudy, Hamid Medjahed, Dan Istrate, Jean-Louis Baldinger, Imad Belfeki

► **To cite this version:**

Toufik Guettari, Paulo Armando Cavalcante Aguilar, Jérôme Boudy, Hamid Medjahed, Dan Istrate, et al.. Localisation multimodale dans le contexte d'un système de télévigilance médicale. 6ème Conférence Handicap "La pluridisciplinarité au service d'une réalité sociétale", Jun 2010, Paris, France. pp.33-37. hal-01306003

**HAL Id: hal-01306003**

**<https://hal.science/hal-01306003v1>**

Submitted on 22 Apr 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Localisation multimodale dans le contexte d'un système de télévigilance médicale

Toufik GUETTARI<sup>1</sup>, Paulo A. C. AGUILAR<sup>1,2</sup>, Jerome BOUDY<sup>1</sup>, Hamid MEDJAHED<sup>1,2</sup>,

Dan ISTRATE<sup>2</sup>, Jean-Louis BALDINGER<sup>1</sup>, Imad BELFEKI<sup>1</sup>

Telecom Management Sud Paris<sup>1</sup> – Evry, Esigetel<sup>2</sup> – Fontainebleau

{toufik.guettari, paulo.cavalcante, hamid.medjahed, jerome.boudy, imad.belfeki, jean-louis.baldinger}@it-sudparis.eu

{dan.istrate, hamid.medjahed}@esigetel.fr

**Résumé :** Cet article présente un système de localisation basée sur la combinaison de deux modules : SHPT (*Smart Home Person Tracking*), composé par un réseau de capteurs infrarouge, et APT (*Audio Person Tracking*), qui utilisent des microphones capables d'estimer la direction (azimut) de la source sonore. Cette combinaison augmente la précision de localisation du système SHPT. Le logiciel de localisation (LA Module) est un outil important qui nous permet d'intégrer les deux systèmes, de visualiser les positions en temps réel, d'enregistrer les données, d'évaluer les profils de déplacement et de détecter certaines situations de détresse de la personne (certains types de chutes). Les résultats de mise en œuvre montrent une bonne adaptation aux environnements de type Smart Home et une robustesse satisfaisante de détection par rapport à chaque modalité prise séparément.

**Mots-clés :** Télévigilance médicale, Combinaison multimodale, Localisation.

## I. INTRODUCTION

Dès lors qu'avec le temps les personnes âgées deviennent de moins en moins autonomes et plus exposées à des risques d'accidents domestiques, notamment dans certains lieux de vie de grande taille, il n'est pas toujours rassurant de ne détecter que leurs situations de détresse, mais il est aussi très important de les localiser dans leurs lieu de vie. C'est pourquoi, dans cet article nous avons développé un système de localisation basé sur la combinaison de plusieurs sources, provenant notamment de capteurs infrarouge de présence et de microphones. Dans le but d'avoir plus de précision sur la localisation du patient à domicile, la dimension de ce système est adaptable à l'ajout de modalités supplémentaires comme par exemple la vision qui est prévue dans une phase future de sa mise en œuvre. La combinaison de ces différentes sources de localisation

fondées sur un système expert nous permet d'utiliser efficacement l'ensemble de ces modalités pour localiser après fusion la personne avec le plus de précision possible ou de pallier l'éventuelle défaillance d'une modalité.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet FP7 – CompanionAble [4] soutenu par la Commission Européenne.

## II. MODALITES DE LOCALISATION

Notre système de localisation est basé sur la combinaison de deux modalités : le module SHPT (*Smart Home Person Tracking*) et le module APT (*Audio Person Tracking*).

Le système SHPT est composé de capteurs de mouvement infrarouge (IR) installés au lieu de vie de la personne âgée et le système APT constitué des microphones AKG<sup>®</sup> qui estiment la direction (l'azimut) de la source sonore.

### A. Module SHPT : Capteur de mouvement Infrarouge

Le système SHPT utilise un ensemble de capteurs de mouvement IR [Legrand<sup>®</sup>] distribués dans les pièces de la maison [2]. Ce système permet de déterminer dans quelle pièce (Room ID) se trouve la personne et précisément dans quelle zone (Area ID) de la pièce, comme l'illustre la Fig. 1.

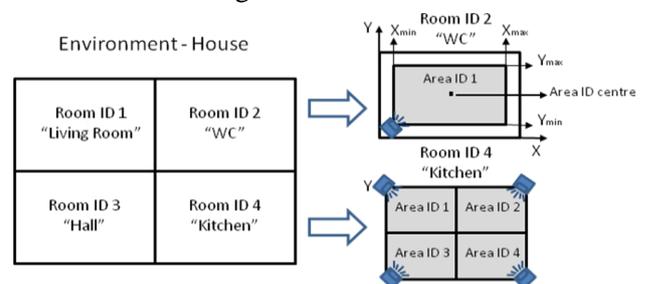


Fig. 1 : Système SHPT : Room ID et Area ID.

Le lieu de vie de la personne regroupe plusieurs Room ID (salon, chambre, cuisine...) qui sont composés d'un

ou plusieurs Area ID. Chaque capteur IR détermine un Area ID formé par une surface rectangulaire défini par  $X_{min}$ ,  $X_{max}$  et  $Y_{min}$ ,  $Y_{max}$ . Plus la zone de détection couverte par un capteur IR est large, moins on aura de précision pour localiser la personne dans son habitat. Par conséquent plus nous utilisons un grand nombre de capteurs IR, plus les Area ID sont petits et plus la précision de localisation augmente. A chaque Area ID détecté, la position de la personne est estimée par les coordonnées du centre de l'Area ID (Area ID centre, Fig. 1).

Le système SHPT est caractérisé par sa fiabilité de détection de mouvements. En revanche, il présente une faible précision dans le cas où un seul capteur IR est utilisé par pièce, ce qui est souvent le cas dans la plupart des habitations. Pour affiner la localisation, nous proposons sa combinaison avec le système APT.

### B. Module APT : Capteur sonore intelligent

Le système APT est composé de microphones capables d'estimer la direction (azimut) des sources sonores. Cette technologie est basée sur un nouveau concept appelé CMT (coincident microphone technology) développée par la société AKG® [1].

Dans ce système, la précision de localisation peut être influencée par des échos et des réflexions occasionnés par la géométrie de la maison. Un autre inconvénient est que, pour la détection de l'azimut, la personne doit parler ou émettre un son. Cependant, la combinaison avec le système SHPT décrit précédemment, augmente la performance de localisation, comme cela est montré dans la suite.

## III. METHODOLOGIE

La combinaison des systèmes SHPT et APT nous permet de localiser la personne de manière plus précise tout en conservant par défaut la fiabilité des positions obtenues par le système SHPT seul.

En effet, nous considérons le système SHPT comme la référence en raison de sa fiabilité de détection et le système APT comme modalité secondaire car son fonctionnement dépend de l'occurrence des événements sonores pour l'estimation de l'azimut. Dans les conditions idéales, le système SHPT détermine l'Area ID dans laquelle la personne se trouve et le système APT affine sa localisation comme le montre la Fig. 2.

Dans le schéma de la Fig. 2, le microphone est placé au milieu de la pièce et divise l'Area ID détecté par le capteur IR (zone rouge) en Sub Area ID (zone jaune) à partir de l'azimut estimé. Dans ce cas la personne est localisée dans le Sub Area ID 2 pour  $\varphi \in [0, 90^\circ]$ . A chaque zone détectée (Area ID ou Sub Area ID), la

position de la personne est estimée par les coordonnées  $(x, y)$  du centre.

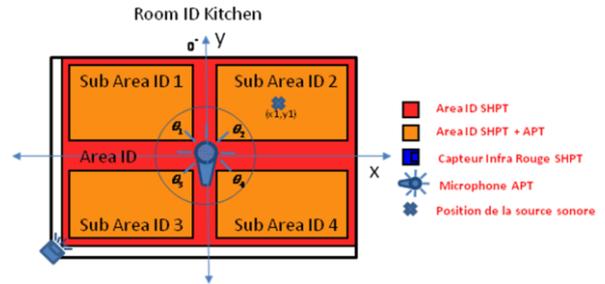


Fig. 2 : Combinaison des systèmes SHPT et APT.

Dans le cas de bruits ou de non-événements sonores nous ne considérons que le système SHPT pour localiser la personne (Area ID considérée par défaut).

Dans le cas de problèmes de sensibilité et non-détection des mouvements de la personne par les capteurs IR, c'est le module APT qui nous permet d'estimer sa position.

## IV. RESULTATS DES EXPERIMENTATIONS

Dans le cadre du projet CompanionAble, notre système est implémenté dans un environnement Smart Home situé à Eindhoven où sont installées différentes modalités de télévigilance. La plateforme d'installation est composée de 12 capteurs de mouvement IR [Legrand®] et 2 microphones CMT [AKG®] disposés dans la configuration montrée en Fig. 3.

Dans le schéma de la Fig. 3, nous avons 12 Area ID (zone rouge) définis par des capteurs IR et 8 Sub-Area ID (zone jaune) déterminés à partir de l'estimation de la direction de la source sonore par le microphone. Chaque capteur IR couvre une distance maximale de 12 mètres avec un angle d'ouverture de  $90^\circ$ .

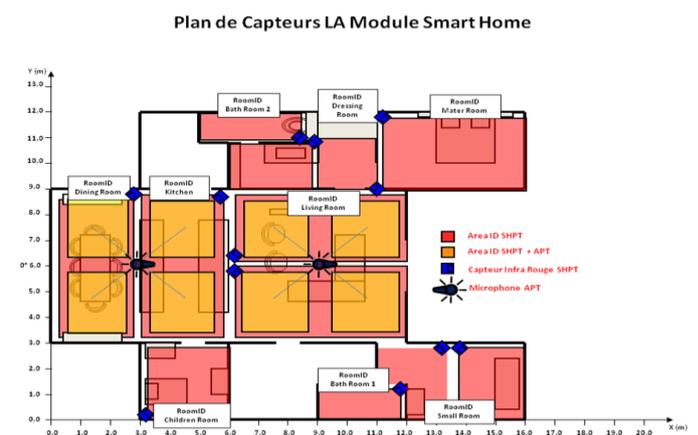


Fig. 3 : Plan d'installation du système de localisation dans le Smart Home.

Le Tab. 1 ci-dessous présente le résultat de l'expérimentation réalisée dans le Living Room chez Smart Home.

Tab. 1 : Résultats des expérimentations

Position (x,y) réel	Position (x,y) Estimé SHPT	Erreur MSE SHPT	Position Estimé SHPT+APT	Erreur MSE SHPT+APT
(12,9)	(9,7.5)	3.35	(10.5,7.5)	2.12
(11,3.5)	(9,4.5)	2.23	(10.5,4.5)	1.12
(7.5,5)	(9,4.5)	1.58	(7.5,4.5)	0.5
(7.5,7.5)	(9,7.5)	1,5	(7.5,7.5)	0

Nous pouvons observer que la combinaison des deux modalités diminue l'erreur MSE (*Mean Square Error*) d'estimation de position par rapport à l'utilisation séparée de chaque modalité.

Le logiciel de localisation s'appelle LA (Localisation Abstraction) module. Avec ce logiciel nous avons une interface graphique qui nous permet de visualiser en temps réel la position de la personne dans son lieu de vie comme le montre la Fig. 4. Les positions sont enregistrées dans la base de données et associées à l'activité de la personne, mesurée à partir du nombre d'excitations de capteurs par minute, ceci permettant de définir un profil moyen d'activité de la personne (*ADL – Activity of Daily Life*). Ce profil de déplacement est évalué de façon à détecter des situations potentielles de détresse.



Fig. 4 : Interface du logiciel de localisation (LA Module).

## V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La combinaison des modules SHPT et APT mis en œuvre dans un environnement de type Smart Home nous permet de localiser la personne de manière efficace et plus fiable. Cependant, la précision de localisation fournie à l'aide du système APT peut être influencée par des échos et des réflexions occasionnés par la géométrie des pièces de la maison. Un autre inconvénient de ce

système est la dépendance de son fonctionnement à l'occurrence d'événements sonores pour estimer l'azimut.

L'intégration des deux systèmes est possible grâce au logiciel de localisation (module LA) qui nous permet aussi de visualiser les positions en temps réel, d'enregistrer les données, d'évaluer les profils de déplacement, de mesurer l'activité et de détecter certaines situations de détresse de la personne. Les résultats d'implémentation montrent une bonne adaptation dans les environnements de type Smart Home et une robustesse dans la détection des déplacements.

Dans les travaux futurs, nous proposons la combinaison avec d'autres modalités comme VPT (*Video Person Tracking*), BAW (*Behaviour analysis of the wearable*) et l'utilisation de techniques de fusion multimodales [3] permettant d'augmenter encore la précision et la robustesse du système.

## VI. REMERCIEMENTS

Nous remercions le partenaire Smart Home du projet CompanionAble pour la mise à disposition de son appartement intelligent à Eindhoven que nous a permis de effectuer ces expérimentations.

## VII. BIBLIOGRAPHIE

- [1] [Freiberger et. al, 2008] K. Freiberger, A. Sontacchi, M. Opitz, "Acoustic Source Localisation Using Coincident Microphone Arrays", Presented at the "58. Jahrestagung der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft – ÖPG", 23. September 2008, Leoben.
- [2] [Steenkeste, 1999] F. Steenkeste, H. Bocquet, M. Chan, B. Vellas. "Remote monitoring system for elders in a geriatric hospital". Promoting Independence & Quality of Life for older persons: an international conference on aging Arlington 2 – 4 December 1999 (USA).
- [3] [Guettari, 2009] T. Guettari, H. Medjahed, J. Boudy, D. Istrate, I. Belfeki, J. L. Baldinger, "Etude de différentes Approches de Fusion. Une Application à la Télévigilance Médicale", Congrès SFTAG'09, 18-20 Novembre 2009, Troyes, France.
- [4] <http://www.companionable.net/>