



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : <http://oatao.univ-toulouse.fr/>
Eprints ID : 12931

To cite this version : Campo, Eric and Daran, Xavier and Van den Bossche, Adrien *[Conception d'une plateforme pluridisciplinaire ouverte et évolutive pour l'évaluation des technologies d'aide au maintien à domicile.](#)* (2013) Journal National de la Recherche en IUT (n° 4). pp. 13-22. ISSN 2107-5549

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Conception d'une plateforme pluridisciplinaire ouverte et évolutive pour l'évaluation des technologies d'aide au maintien à domicile

Eric Campo*, Xavier Daran*, Adrien Van Den Bossche******

* IUT Toulouse 2 Blagnac – Université de Toulouse
1 place Georges Brassens, 31703 Blagnac

** CNRS, LAAS, 7 avenue du colonel Roche, F-31400 Toulouse

*** CNRS, IRIT, 118 route de Narbonne, F-31062 Toulouse

eric.campo@univ-tlse2.fr, xavier.daran@univ-tlse2.fr, vandenbo@univ-tlse2.fr

Sections de rattachement : 61, 63

Secteur : Secondaire

RÉSUMÉ. Le papier présente la réalisation d'une plateforme expérimentale innovante permettant d'offrir un environnement d'évaluation des technologies pour l'aide au maintien à domicile de personnes fragiles (personnes âgées, handicapées ou souffrant de maladies chroniques). Elle se concrétise sous la forme d'un appartement intelligent instrumenté et de matériels interconnectés au travers d'une infrastructure de communication basée sur le standard KNX. Cette plateforme d'expérimentation est le fruit d'un partenariat étroit entre les acteurs de la recherche, de la formation et des acteurs économiques. Ce projet est pluridisciplinaire puisqu'il associe à la fois la dimension technique et la dimension psychosociologique au service de l'utilisateur.

MOTS-CLÉS : surveillance multi capteurs, maintien à domicile, réseaux de capteurs, approche psycho-humaine, interaction usager-système

1. Introduction

La question du maintien à domicile renvoie à une problématique actuelle, celle du vieillissement et de la prise en charge de la dépendance [1]. Elle se justifie autant par une nécessité sociétale que par des aspirations individuelles ou la recherche d'économies dans les dépenses de santé et de protection sociale. Cette problématique s'applique en particulier au cas du suivi des personnes fragiles en perte d'autonomie [2]. Le retour à domicile, par exemple, nécessite une « organisation » du domicile du patient tirant bénéfice des avancées technologiques et domotiques permettant un suivi médical, social et psychologique adapté et respectueux de la vie privée [3]. Un certain nombre de questions se posent alors : comment recueillir des données ambiantes permettant une bonne connaissance des événements, des comportements et attitudes qui caractérisent le fonctionnement des personnes fragiles (âgées, handicapées, convalescentes) dans leur environnement de vie ordinaire ? Comment coupler et synchroniser l'ensemble de ces mesures avec une description fine des comportements pour en retirer toute la signification ? Comment également intégrer d'autres paramètres pertinents comme le statut cognitif et perceptif, l'état de santé, les caractéristiques de l'environnement familial et social, celles du logement,...

Ce sont toutes ces questions qu'il est nécessaire de traiter pour assurer efficacement un accompagnement au maintien à domicile. Pour cela, un lieu adapté d'expérimentation associant tous les principaux acteurs semble incontournable.

2. Une association multi-acteurs

Les compétences en sciences techniques présentes sur le site de l'IUT de Blagnac, au travers de ses départements de formation et de ses personnels enseignants et enseignants-chercheurs mais également des partenariats industriels construits depuis de nombreuses années, ont permis de concrétiser un projet original. Associé aux compétences en sciences humaines et sociales existantes sur le site de l'Université de Toulouse 2-Le Mirail, un support d'expérimentation prenant la forme d'une maison intelligente au service de l'utilisateur prend tout son sens.

La Figure 1 illustre la mise en synergie des différents acteurs autour de la thématique de l'aide à l'autonomie et à la sécurisation permettant la dynamisation des actions de recherche transversales au sein de l'IUT de

Blagnac mais également la favorisation des collaborations avec des laboratoires qui participent à des travaux dans ce domaine [4].

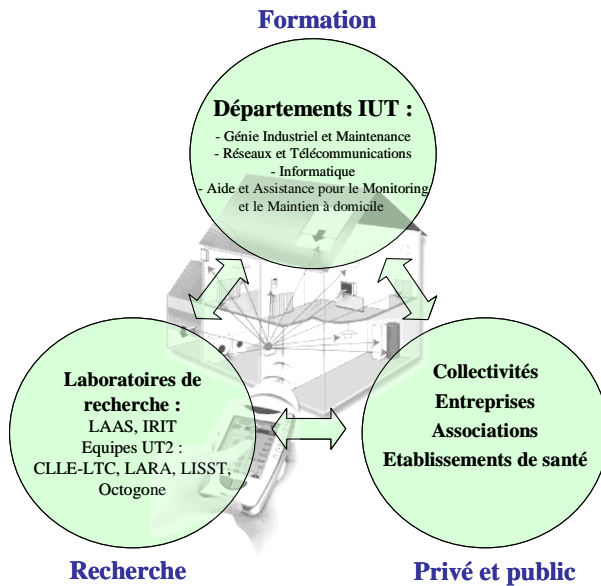


Figure 1 . Une synergie d'acteurs complémentaires

3. Plateforme expérimentale

La plateforme Maison Intelligente a pour objectif de proposer une infrastructure technique évolutive permettant d'une part l'adaptation automatique du logement au besoin de son occupant et le contrôle/commande des équipements par celui-ci, et d'autre part, la possibilité d'une mesure observationnelle permettant de connaître et de suivre le mode de vie d'un sujet dans son environnement réel (Figure 2).

Les champs d'application principaux visent :

- l'observation et la surveillance des activités pour le suivi du comportement, identification et mesures des indicateurs pertinents

(actimétrie, habitudes de vie, interaction avec l'environnement, agitation, poids,...),

- l'intra et extra-communication entre la personne et les outils disponibles (interaction sociale, interfaces de commande, retours de commandes,...),

- l'accessibilité, l'acceptabilité des dispositifs, l'appropriation et retour sur les usages,

- et l'automatisation des fonctions sécuritaires et gestion intelligente du confort.

Pour ce faire, dans la configuration standard, l'appartement est équipé d'une infrastructure interconnectée adaptable à une personne valide, à une personne âgée, à une personne handicapée. Pour cela, il est équipé de diverses sortes de capteurs (confort, sécurité domestique, gestion des accès, téléassistance,...) et d'aides techniques [4].



Figure 2 . *Maison intelligente de l'IUT Blagnac*

L'interopérabilité déployée autour d'un standard de communication va favoriser la communication entre tous les matériels et en accepter de nouveaux suivant le mode « plug and play ». Cette configuration doit ainsi pouvoir évoluer suivant le besoin de chaque acteur que ce soit pour de l'expérimentation, de la valorisation ou de la formation.

4. Une structure plurifonctionnelle

La maison possède une superficie de 80m² avec plusieurs pièces de vie et un local de 40m² destiné à la formation pédagogique, aux rencontres scientifiques et aux réunions avec les partenaires industriels (Figure 3). Elle est domotisée et aménagée pour recevoir un usager vivant seul, en perte d'autonomie ou handicapé [4]. Cette installation « intelligemment connectée » permet un confort de vie amélioré qui peut ainsi être géré selon des séquences pré-établies. Par exemple, une action effectuée sur un bouton de la télécommande ou un interrupteur peut enclencher à la fois l'ouverture d'une porte, l'éclairage d'une salle ou d'une zone et l'ouverture des volets. Une action sur un bouton « départ du domicile » peut correspondre à la mise en mode économique du chauffage, à la fermeture des occultants et à l'extinction de toutes les lumières... Chaque séquence programmée est personnalisée selon le profil et les souhaits de l'individu.



Figure 3 . Maison intelligente domotisée

La « maison intelligente » propose une représentation assez complète de ce qui est proposé aujourd'hui en termes de solutions technologiques pour répondre à la sécurité domestique, au confort, à la communication et à l'assistance pour la santé :

- des capteurs pour la mesure de paramètres ambiants,
- des capteurs pour la sécurité domestique (gaz, fumée, fuite d'eau),

- des dispositifs d'assistance (pilulier électronique pour l'aide à la prise de médicaments, éclairage automatique, ouverture/fermeture automatisée...),
- des dispositifs médicaux (tensiomètre et balance de pesée sans fil, capteurs physiologiques...),
- des dispositifs de suivi indoor (chute, malaise, perte de verticalité) ou outdoor (géolocalisation),
- des dispositifs de sécurité et de contrôle-commande à distance,
- des mobiliers motorisés adaptables en hauteur,
- des aides techniques (lit télécommandé, fauteuil roulant, soulève personne...) pour personnes handicapées.

Une gestion intelligente permet d'exécuter les commandes liées à des scénarios prédéterminés et modifiables. En outre, les équipements deviennent « interconnectés » et peuvent tout aussi facilement changer de fonction. Un affichage ergonomique informe de l'état des occupants, de la température, d'une détection de présence... dans le but de fournir à l'occupant une assistance ponctuelle. Une des difficultés majeures inhérentes à ce type d'assistance est la reconnaissance des activités de la vie quotidienne réalisées par l'individu à l'intérieur de son habitat, qui sont déterminées par les actions effectuées par celui-ci. Cette problématique constitue une thématique clé du domaine de l'assistance car le soutien technologique pour le maintien à domicile ne peut se faire que si le système arrive à interpréter correctement le comportement du sujet et à détecter ses erreurs. Certains outils que nous mettons en oeuvre reposent sur le suivi spatio-temporel de l'individu, sur la mesure de ses interactions avec les équipements de son habitat, sur la mesure de paramètres physiologiques et sur l'association de ces différentes possibilités.

5. Les besoins d'interconnectivité

L'hétérogénéité des données provenant de sources différentes rend la compréhension de la situation souvent difficile et parfois ambiguë. Ceci est d'autant plus vrai lorsque ces données ne communiquent pas en utilisant le même langage. L'interopérabilité entre les systèmes et équipements au sein d'un habitat doit pouvoir conduire à traiter de manière cohérente les informations échangées [5]. Pour réaliser l'interopérabilité entre des systèmes utilisant des ontologies différentes, nous avons choisi de faire communiquer tous les éléments et systèmes au travers d'un bus commun de communication filaire KNX. Ce bus est né il y a une vingtaine d'années sur les fondements de trois autres systèmes

qui étaient EIB, EHS et BatiBUS. En réalité, KNX reprend l'essentiel d'EIB et lui rajoute des fonctionnalités, c'est pourquoi la plupart des produits EIB restent compatibles avec KNX. KNX est une association de fabricants (Konnex) qui est en charge de la rédaction du standard, de la qualification des produits et de l'édition du logiciel unique de programmation : ETS. KNX a été normalisé aux niveaux européen, américain, chinois et même international par l'ISO. C'est d'ailleurs à ce jour le seul système ouvert à être normalisé au niveau mondial (ISO/IEC 14543-3).

Au sein de la maison intelligente, nous avons ainsi interconnecté sur le réseau KNX des éléments natifs KNX, des solutions propriétaires et des équipements que nous avons adaptés pour obtenir leur état de sortie (Figure 4). Une interface IP/KNX permet d'interagir avec la maison, à distance, et ce, dans les deux directions (remontée d'informations, action sur la maison). Cette infrastructure nous permet d'avoir un logement évolutif et de créer une vraie gestion intelligente des conditions de vie.

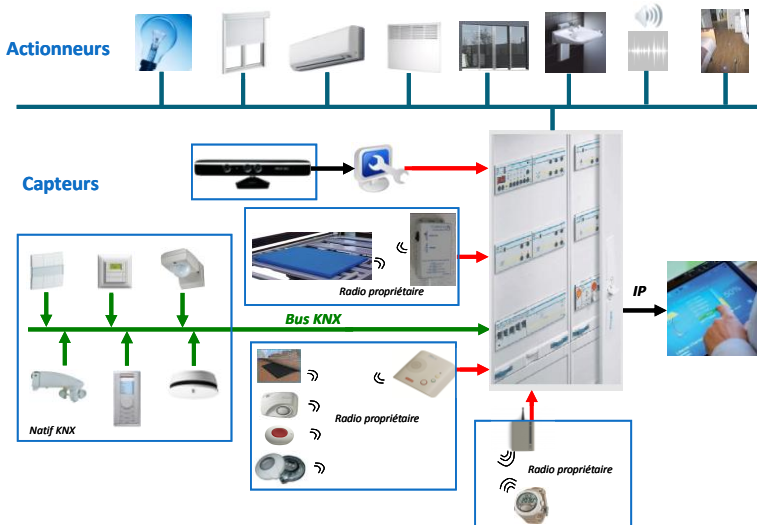


Figure 4 . Infrastructure ouverte et évolutive basée sur le bus de communication KNX

6. Conclusion

Cette plate-forme technologique, à l'image des « living lab », vise à rassembler dans un même lieu les compétences, les expertises, les synergies propres à faire évoluer conjointement et de façon dynamique, une problématique sensible, critique et jusqu'alors mal connue, dans un contexte unique offrant un degré maximal de réactivité en terme de veille technologique, d'expérimentation et de formation. Elle doit permettre de développer de nouvelles réponses à l'accompagnement du vieillissement des populations et par extension à la dépendance.

La maison intelligente de Blagnac est aujourd'hui opérationnelle et fonctionnelle. Elle est un outil à destination des acteurs de la recherche, de la formation et des entreprises. En particulier, elle est un outil de formation aux étudiants des différents départements de l'IUT et de son université de rattachement dans le domaine des SHS (Travaux pratiques, source de sujets de projets tuteurés, stages). Des scénarios sont en cours de définition pour évaluer différentes solutions pour le maintien à domicile impliquant à la fois les personnes (les usagers), les aidants et les soignants avec une approche prenant en compte conjointement les dimensions techniques et humaines. Plusieurs projets de recherche ont été initiés ou sont en cours de montage (PEPS CNRS, ANR, industriel...) pour concevoir et exploiter au mieux les fonctionnalités de la plateforme et permettre des avancées significatives de solutions d'aide au maintien à domicile. La maison intelligente de Blagnac est site de tests et d'évaluation du réseau PlatinnES du Centre e-Santé et a été labellisée par la Maison des Sciences de l'Homme et de la Société de Toulouse.

Remerciements. Les auteurs remercient l'ensemble des partenaires institutionnels et industriels, en particulier la société DomoCenter pour sa collaboration dans la définition et l'intégration des dispositifs domotiques, ainsi que la mairie de Blagnac, principal financeur du projet.

Bibliographie

[1] Boulmier M. « L'adaptation de l'habitat à l'évolution démographique : un chantier d'avenir », Rapport au secrétaire d'Etat au logement et à l'urbanisme, Paris : La Documentation Française, 2009.

[2] Boulmier M. « Bien vieillir à domicile : enjeux de l'habitat, enjeux de territoires », Rapport au secrétaire d'Etat au logement et à l'urbanisme, Paris : La

Documentation Française Xxx C., Interfaces homme-machine, Paris, Editions Hermès, 2010.

[3] Campo E., Estève D., Chan M. « Conception d'un habitat adapté pour l'aide à l'autonomie des personnes âgées », Les Cahiers de l'Année Gériatrique, vol. 4, 2012, p. 356-363.

[4] Campo E., Daran X., Redon L. « Une maison intelligente au carrefour des sciences technologiques et des sciences humaines », 2^{ème} Conférence internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situation de handicap (ASSISTH 2011), Paris, 2011, p. 33-42.

[5] Association KNX France, <http://www.konnex.fr/>

Biographies



Eric Campo est Professeur à l'Université de Toulouse II – IUT Blagnac. Il enseigne l'électronique, l'électricité et les capteurs dans le département Génie Industriel et Maintenance dont il est le responsable depuis 2009. Docteur en Electronique de l'INSA de Toulouse en 1993, il mène ses recherches, au LAAS-CNRS dans la thématique des systèmes et microsystèmes multicapteurs communicants sans fil. Son domaine d'application est essentiellement celui de l'habitat intelligent dans lequel il a coordonné et participé à de nombreux projets pluridisciplinaires dédiés notamment à la surveillance et au maintien à domicile des personnes âgées. Il participe activement à divers groupes de travail en France autour du concept de maison intelligente et des technologies pour la santé avec en particulier la création de la plateforme « Maison Intelligente » de l'IUT de Blagnac. Il est membre du comité de direction du GdR Stic-Santé (responsable du thème "Capteurs, Vêtements, Habitats Intelligents pour la santé") et expert auprès du programme ANR-TecSan. Il est senior member IEEE et membre de l'ISG (International Society of Gerontechnology).



Adrien van den Bossche est Maître de Conférences à l'Université de Toulouse II – IUT de Blagnac. Il enseigne les réseaux, l'informatique industrielle et l'électronique numérique dans les départements Génie Industriel et Maintenance, Aide et Assistance pour le Monitoring et le Maintien à domicile et Réseaux et Télécoms. Docteur en Génie Informatique, Automatique et Traitement du Signal de

l'Université de Toulouse II – Le Mirail, LATTIS EA4155, il rejoint en 2011 l'équipe Ingénierie Réseaux et Télécommunications (IRT) de l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT). Ses recherches sont centrées sur les protocoles de communication pour les réseaux sans fil courtes portées et, plus précisément, la qualité de service dans le contrôle d'accès au médium, les contraintes énergétiques induites par les protocoles de communication et, plus récemment, la localisation des nœuds mobiles communicants par les méthodes *range-based*. Les applications visées par ses travaux concernent les réseaux pour l'aide et la surveillance de patients à domicile et les réseaux industriels (supervision, contrôle/commande).



Xavier Daran est Professeur Agrégé de Mécanique à l'Université Toulouse II – IUT de Blagnac depuis septembre 1993. Il enseigne la mécanique, les méthodes de maintenance, l'aménagement de l'habitat et la gestion de projet. Directeur-Adjoint de l'IUT de 1995 à 2000, il s'implique dans l'ingénierie pédagogique concrétisée par la mise en œuvre de nouvelles formations et la création de licences professionnelles. Actuellement chargé des relations avec les acteurs économiques, il a participé à la création du département 2A2M (Aide et Assistance pour le Monitoring et le Maintien à domicile) ainsi qu'à la conception et au fonctionnement de la plateforme « Maison Intelligente ». Elu au Conseil Scientifique de l'Université Toulouse II – Le Mirail depuis 2011, il siège à la Commission Valorisation de la Recherche afin de développer les liens entre la recherche universitaire et les milieux socio-économiques.