HAL
open science

Connexion du Middleware MiCom avec l'interface tactile InTacS pour le contrôle d'une smart home

Frédéric Vella, Mathilde Blanc Machado, Nadine Vigouroux, Adrien van den Bossche, Thierry Val

To cite this version:

Frédéric Vella, Mathilde Blanc Machado, Nadine Vigouroux, Adrien van den Bossche, Thierry Val. Connexion du Middleware MiCom avec l'interface tactile InTacS pour le contrôle d'une smart home. 11èmes Journées francophones Mobilité et Ubiquité (UBIMOB 2016), Jul 2016, Lorient, France. pp.1-6. hal-01517385

HAL Id: hal-01517385

https://hal.science/hal-01517385v1

Submitted on 3 May 2017

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.

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 : 17007

The contribution was presented at UBIMOB 2016 :
http://ubimob2016.telecom-sudparis.eu/

To cite this version : Vella, Frédéric and Blanc Machado, Mathilde and Vigouroux, Nadine and Van den Bossche, Adrien and Val, Thierry *Connexion du Middleware MiCom avec l'interface tactile InTacS pour le contrôle d'une smart home*. (2016) In: 11emes Journees francophones Mobilite et Ubiquite (UBIMOB 2016), 5 July 2016 (Lorient, France).

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

Connexion du Middleware MiCom avec l'interface tactile InTacS pour le contrôle d'une smart home

Frédéric Vella/ Mathilde Blanc Machado/ Nadine Vigouroux
IRIT UMR CNRS 5505
Université Paul Sabatier
118, Route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex 09
{vella, machado,vigourou}@irit.fr

Adrien Van den Bossche / Thierry Val
IRIT UMR CNRS 5505
Université de Toulouse 2 - Jean Jaurès
Site IUT de Blagnac
1 place Georges Brassens BP60073
31703 BLAGNAC CEDEX
{vandenbo, val}@univ-tlse2.fr

ABSTRACT

Cet article a pour objectif de décrire l'interconnexion entre le Middleware MiCom pour la commande de contrôle de l'environnement d'une *smart home* à partir de l'application tactile InTacS spécialement conçue pour des seniors. Nous décrivons ensuite le protocole expérimental conduit. Puis nous montrons l'importance du journal MiCom pour l'étude des interactions. Ensuite, nous présentons des résultats préliminaires obtenus sur le lieu d'utilisation de la tablette. Enfin, nous proposons quelques perspectives d'analyse et de recherche sur des capteurs alliant l'expertise de deux domaines (Interaction Homme-Machine ; Réseaux et Protocoles).

Keywords

Objets connectés; Interaction Homme machine; Interface tactile Protocole de communication; Domotique; Personnes âgées.

1. INTRODUCTION

Les objets connectés sont depuis quelques années au cœur des préoccupations des chercheurs et plus récemment des industriels qui viennent de s'emparer de ce nouveau champ disciplinaire représentant un nouveau marché très important. Les chercheurs spécialistes des réseaux de capteurs sans fil y trouvent également un terrain de jeu où leurs recherches, leurs contributions et leurs compétences vont de nouveau coller au plus prêt des besoins applicatifs en vogue, que ce soit pour le grand-public, le divertissement, la santé, l'autonomie des personnes fragiles et en situation de handicaps, l'environnement, l'agriculture, le développement durable, les besoins industriels… L'Internet des Objets (IoT, Internet of Things) regroupe de nombreuses compétences, allant de l'interconnexion radio du premier maillon réseau de récolte, qualifié de DL-IoT (Device Layer-IoT), au traitement informatique des données en très grande quantité (Big-data), en passant par toutes les couches protocoles intermédiaires (Middleware) assurant l'interopérabilité entre tous les objets connectés… De nombreuses applications en santé, sur le « *bien vivre* » et sur le maintien à domicile des personnes fragilisées sont couramment utilisées. Celles-ci fonctionnent sur des dispositifs mobiles (tablettes, smartphones) associés à des capteurs d'activités (mesure de la marche, de l'activité physique, …) ou de surveillance de la santé dans le cadre par exemple du suivi du taux de glycémie pour le contrôle du diabète.

Rien que pour la couche DL-IoT, de nombreuses technologies sont aujourd'hui émergeantes (SigFox, LoRa, ZigBee/802.15.4, BLE, 5G-LTE…). Le système ubiquitaire d'équipements ambiants connectés de demain sera sans doute doublement hétérogène : d'une part, face à la diversité des objets connectés variés suivant le type de pathologie ou de situation de handicaps, d'autre part face à la diversité des technologies radio et des couches protocolaires qui vont coexister, dans une démarche de complémentarité suivant les situations, les besoins, les tarifs, la localisation citadine ou rurale, les pays…

Un autre verrou majeur concerne l'accessibilité et l'utilisabilité des interfaces homme-machine de ces systèmes connectés : elles doivent être simples, intuitives et accessibles aux personnes âgées avec ou sans déficits. Arab et al. [1] ont montré que la conception de l'application *PhoneAge* sur Smartphone doit prendre en compte les besoins des personnes âgées. Généralement, les supports d'interaction sont des surfaces tactiles de petite taille (Smartphone, ou écran tactile dédié à l'application) ce qui nécessite la mise en œuvre de recommandations de conception d'applications tactiles pour les personnes âgées [2], même si l'utilisation des tablettes serait plus facile que celle des ordinateurs [3]. Guddur et al. [4] ont démontré que les personnes âgées mettent moins de temps pour réaliser une tâche avec une structure d'interface simple que complexe. Les développements d'applications de « *bien vivre* », de santé et de maintien à domicile basés sur les objets connectés doivent donc tenir compte des recommandations de conception.

Plusieurs équipes de spécialisation différentes Interface Homme Machine (IHM), Réseaux et Protocoles (R&P), Capteurs, et Sciences Humaines et Sociales ont collaboré pour la conception d'une plate-forme d'observation d'activités de seniors au sein d'un habitat connecté [5]. L'étude présentée dans ce papier est le fruit d'une collaboration étroite entre une équipe d'IHM et de R&P et fait suite aux travaux sur la conception d'un réseau de capteurs sans fil [6].

La suite de l'article est structurée ainsi : dans un premier temps, nous présenterons l'environnement ambiant utilisé en décrivant chacun de ses éléments : la plate-forme utilisée, le rôle du Middleware MiCom pour les commandes de contrôle de l'environnement à partir de l'application tactile InTacS et les nœuds capteurs et actionneurs sans fil. Dans une troisième partie, nous décrirons le protocole expérimental conduit. Ensuite, nous présentons les premiers résultats obtenus de l'interconnexion du Middleware MiCom et de l'application InTaCs. Enfin, nous dressons quelques perspectives d'analyse et de recherche sur des capteurs.

2. L'ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE

2.1 La Maison Intelligente de Blagnac

La Maison Intelligente de Blagnac (MIB) est une plate-forme technologique d'un *Living Lab* utile pour la conception et l'évaluation des technologies de santé et de maintien à domicile (Figure 1). Cette plate-forme de *Living Lab* offre une bonne visibilité de solutions technologiques existantes pour répondre à la sécurité domestique, au confort, à la communication et à l'assistance pour le maintien à domicile de personnes âgées ou fragilisées : des capteurs pour la mesure de paramètres ambiants ou pour la sécurité domestique ; des dispositifs d'assistance (piluliers, éclairage automatique, systèmes de guidage, d'ouverture automatisée…) ; des dispositifs de suivi de chute, de géolocalisation, d'aide à la mobilité ; des mobiliers motorisés (adaptables en hauteur)…

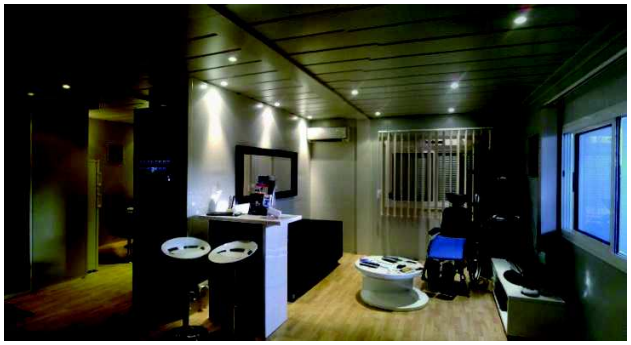

Figure 1. Vue intérieure de la Maison Intelligente de Blagnac

Tous ces dispositifs doivent communiquer, alors qu'ils implémentent a priori des protocoles de communication différents. Nous proposons de résoudre cette interopérabilité par la proposition de l'architecture MiCoM décrite ci-après pour la conduite d'expérimentation contrôlée au sein de la MIB.

2.2 L'architecture MiCom

L'une des problématiques inhérente à la domotique ambiante et des objets connectés est l'hétérogénéité des équipements interconnectés : nombre important de capteurs/actionneurs (physiologiques, domotiques et environnementaux), et de dispositifs d'interaction (tablette tactile, téléphone mobile, dispositifs connectés de santé.). Cette interconnexion est généralement réalisée par des technologies de communication filaires ou sans fil très différentes, conceptuellement. Ces technologies sont Ethernet, Wifi, Bluetooth, Zigbee, Infrarouge ou autres technologies propriétaires. La problématique de l'hétérogénéité est l'un des points clé de l'Internet des Objets [7] et on trouve dans la littérature plusieurs solutions pour résoudre ce problème majeur [8]. Un *Middleware* spécifique, désigné par MiCom « COMmande de la Maison Intelligente », a été développé de manière itérative, au fur-et-à-mesure des besoins des chercheurs [9] et déployé sur la plate-forme MIB. Ce *Middleware* répond à plusieurs exigences spécifiques et communes aux deux domaines IHM et R&P, telles qu'une bidirectionnalité systématique des communications (acquittements réseaux, retours pour l'IHM), la journalisation des échanges (*logs*) et la synchronisation et l'horodatage à la milliseconde (pour croisement des données et vérification a posteriori des contraintes temporelles, notamment pour confronter les données issues des capteurs aux données de l'interaction).

Dans nos travaux, MiCom doit permettre d'interroger n'importe quel équipement déployé sur la plate-forme de la MIB, quels que soient sa nature et son mode d'interconnexion réseau, par une interface unique se présentant sous la forme d'un jeu d'url (Uniform Resource Identifier ; jeu de requêtes portées par le protocole HTTP).

Que ce soit pour allumer un luminaire au travers du standard KNX (http://www.knx.fr) d'interopérabilité dans le secteur de la domotique, obtenir l'état d'un capteur de mouvement sans fil WiNo, faire dire une phrase par le système de synthèse vocale à partir de textes ou encore changer une chaîne de la télévision par communication infrarouge, nous avons prévu une URL permettant de réaliser cette action et cette requête doit être prise en charge par MiCom. Les URL disponibles sont automatiquement générées à partir de la configuration de MiCom, qui se base sur une description XML des équipements à interconnecter. MiCom doit par conséquent disposer d'un accès physique ou logique aux différents réseaux de la MIB, en fonction de la technologie d'interconnexion. Cet accès nécessite une interface logicielle (socket IP, device TTY) et également, dans la plupart des cas, d'une interface matérielle (pont IP/KNX, pont USB/WiNo, etc.). MiCom est codé en PHP5 et est exécuté par un serveur web apache2. Il peut naturellement être virtualisé ou exécuté par une cible embarquée à base de SoC ARM de type Raspberry Pi ou Beagle Bone.

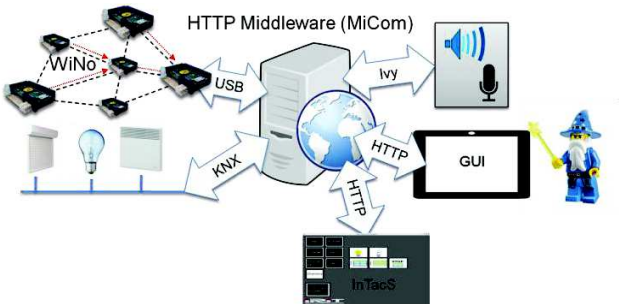

Figure 2. Architecture générale de MiCom

La Figure 2 illustre l'architecture générale de MiCom. On y retrouve le réseau KNX de la MIB avec les équipements domotiques (luminaires, volets électriques, meubles mobiles, capteurs de mouvements) ; le réseau sans fil expérimental WiNo [10] (capteurs intégrés dans les meubles, émetteurs infrarouge) ; les dispositifs d'interaction vocale (reconnaissance vocale et synthèse vocale) qui communiquent au moyen du bus Ivy [11]; les quatre tablettes tactiles, une dans chacune des pièces. L'ensemble de l'architecture MiCom est déployée au sein de la MIB.

2.3 Les nœuds WiNo

Les travaux concernant les réseaux sans fil pour l'habitat et le suivi des personnes sont très nombreux. Nous avons choisi d'utiliser ici WiNo (Wireless Node), car c'est est une plate-forme matérielle ouverte (Open Hardware Platform) pour le prototypage rapide et l'évaluation pragmatique des performances des

Conference'10, Month 1–2, 2010, City, State, Country.
Copyright 2010 ACM 1-58113-000-0/00/0010 …$15.00.
DOI: http://dx.doi.org/10.1145/12345.67890

protocoles de niveau MAC, NWK et plus, pour le réseau de collecte dans l'Internet des Objets et les réseaux de capteurs sans fil. Couplés au logiciel OpenWiNo [10], les nœuds WiNo (

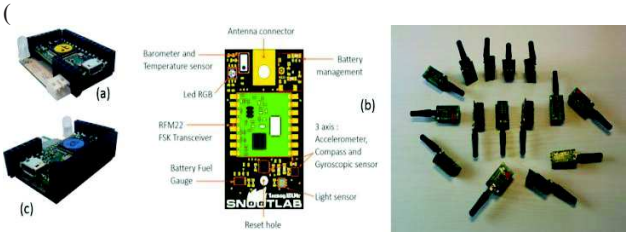

Figure **3**) forment un réseau maillé (mesh) auto-organisé et ouvert sur le plan protocolaire. De plus, étant intégrée dans l'écosystème Arduino, WiNo permet également le prototypage rapide de systèmes complets tels que des objets connectés, incluant capteurs, actionneurs, protocoles de collecte, etc. bien au-delà des aspects purement réseaux. L'implémentation réaliste permet le prototypage de solutions suffisamment intégrées permettant la preuve de concept et le test du prototype de l'objet connecté sous l'angle des usages, par de vrais utilisateurs.

Les WiNos ont été développés de façon à offrir un accès de bas niveau pour un développeur exigeant qui souhaite non seulement maîtriser précisément les temps d'accès au médium, la mise en veille et le réveil des nœuds, mais aussi les temps CPU et la gestion de la mémoire restreinte. Que ce soit dans le but de piloter des politiques drastiques d'économie d'énergie ou pour le respect de contraintes temps réel, une telle maîtrise de l'ensemble des composants du nœud est nécessaire ; WiNo est une plate-forme matérielle candidate à l'accueil de protocoles à fortes contraintes temporelles visant plusieurs mois de fonctionnement avec deux piles AAA [12].

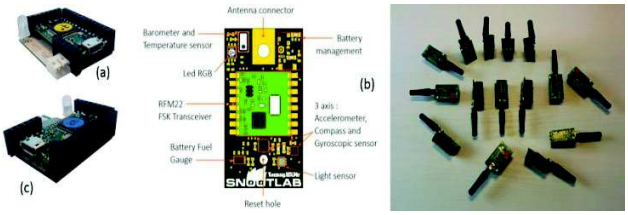

Figure 3. WiNoRF22 (a), TeensyWiNo (b), DecaWiNo (c)

A partir de la base WiNo, nous avons conçu les WiNoIR (WiNo-Infra Rouge) pour pouvoir piloter, à travers le réseau, tout équipement habituellement commandé par une télécommande IR (téléviseur, DVD...). Les nœuds WiNoIR sont équipés d'un récepteur IR permettant d'apprendre sous forme binaire tout code IR d'une télécommande IR. Une liste exhaustive de tous les codes associés à toutes les touches utiles, et ceci pour toutes les télécommandes IR de la MIB est ainsi créée. Les WiNoIR sont également pourvus d'un émetteur IR leur permettant de rejouer tout code IR mémorisé. Un WiNoIR reçoit par radio sur son réseau maillé, une requête correspondant à un code IR, lui-même venant du middleware MiCom précédemment décrit. Grâce à WiNoIR, plusieurs équipements de la MIB initialement déconnectés de MiCom ont pu être rattachés à l'ensemble des objets connectés : les deux téléviseurs, la hotte aspirante, le WC lavant et séchant, le vidéoprojecteur, le lit médicalisé, l'aspirateur autonome et la climatisation. Ces nœuds WiNoIR nous permettent d'étendre les fonctionnalités d'interaction sur l'application InTacS décrite ci-après.

2.4 L'application InTacS

L'objectif de l'application InTacS (Interface Tactile pour les Séniors) est de permettre le contrôle des équipements domotiques et du média télévision de la MIB par les seniors au moyen d'une interaction tactile. Pour faciliter l'utilisabilité et l'accessibilité des interfaces tactiles des personnes âgées, nous avons appliqué les recommandations de conception suggérées par Jin et al [13], Loureiro and Rodrigues [2], à savoir la taille des boutons, l'espacement entre les boutons et la couleur d'arrière-plan pour maximiser le contraste (cf. Figure 4, Figure 5). La Figure 4 représente l'interface de l'application où chaque pièce est représentée par un bouton. En sélectionnant la pièce « Chambre » (cf. Figure 5) la personne âgée a directement accès aux équipements domotiques contrôlables de la chambre (ici, lumière, volet) actionnables par une validation par un geste de pointage sur le pictogramme correspondant à l'action voulue. Nous avons deux types de fonctions : celle de type ON/OFF (par exemple, allumer versus éteindre la lumière) et celle dite continue (par exemple, ouvrir/fermer les volets). Le bouton STOP est associé pour interrompre la commande (ouvrir versus fermer le volet). Comme suggéré par Dahn et al. [3], nous avons développé des interfaces dont la structure est simple : pas de hiérarchisation dans les menus et développement d'un sous-menu à droite avec un rappel visuel de la pièce.

Figure 4. Interface de démarrage.

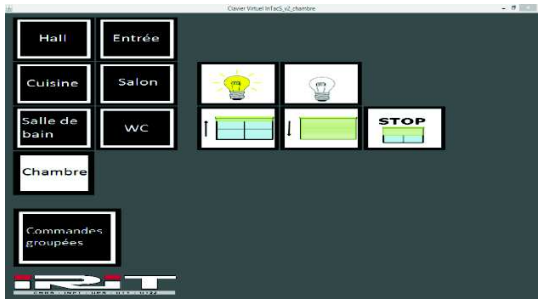

Figure 5. Boutons d'interaction disponibles pour la pièce *Chambre*.

A chaque bouton de l'interface InTacS est associé une URL qui est composée de divers paramètres comme illustré dans les exemples ci-dessous.

- Commande pour éteindre la lumière dans la chambre
  - Format de lecture de l'URL : protocole (http) ; Adresse IP du serveur hébergeant le Middleware (192.168.16.150) ; dossier de base (micom) ; nom de l'actionneur (lampe) ; source (tablette) ; pièce (chambre) ; ordre (off).
  - URL : http://192.168.16.150/micom/lampe.php?source=tablette&room=chambre&order=off
- Commande pour éteindre la télévision

- Format de lecture de l'URL : protocole (http) ; Adresse IP du serveur hébergeant le Middleware (192.168.16.150) ; dossier de base (micom) ; nom de l'actionneur (tv) ; source (tablette) ; ordre (off).
- URL : http://192.168.16.150/micom/tv.php?source=tablette&order=onoff

Ces URL sont insérées dans le fichier XML (*Extended MarKup Language*) de description de l'interface InTacS générée par la plate-forme de conception SoKeyTo [14] lors de sa compilation. Cette plate-forme est un environnement de conception d'interfaces virtuelles associant aux boutons d'interaction les commandes de contrôle d'un environnement domotique dans le cas présent. En effet, lorsqu'un appui tactile (cf. Figure 6) est réalisé sur un des boutons de l'interface, l'URL associée est envoyée via l'application CURL (*Command line interface-URL*) qui transmet au *middleware* MiCom.

Les deux exemples de commande font appel à deux protocoles de communication différents ; la lumière est gérée par le protocole KNX et la télévision par le réseau de capteurs WiNo.

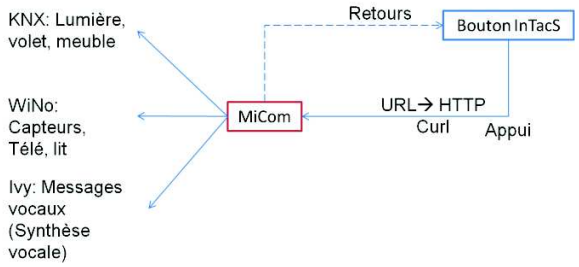

Figure 6. Communication entre MiCom et un bouton InTacS.

3. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Nous avons testé notre dispositif global avec des personnes réelles dans le cas d'un protocole expérimental qui se compose d'une phase de présentation des équipements domotiques de la MIB, d'adoption de l'application InTacS et d'un scénario de tests au sein de la plate-forme MIB.

3.1 Phase d'appropriation de l'application

L'expérimentation commence par une présentation détaillée des équipements domotiques par l'expérimentateur. Nous avons mis à disposition trois tablettes : une dans la cuisine, une dans le salon et une dans la chambre. L'expérimentateur initie, ensuite, un groupe de personnes (variant de 2 à 4 selon les séances) à l'utilisation de l'application InTacS. Cette explication consiste à présenter le principe de fonctionnement de l'interface tactile et à préciser la sémantique des boutons d'interaction. Chaque personne âgée du groupe reçoit une tablette et est invitée à utiliser seule l'application InTacS afin qu'elle se l'approprie. La personne âgée est accompagnée de l'expérimentateur qui peut l'aider dans cette phase (précision sur le pictogramme, par exemple, importance des flèches de direction, rôle du bouton STOP, etc.). La durée de cette phase est variable selon la personne, de 5 minutes à 15 minutes. Cependant vu la simplicité de l'interface, aucune difficulté d'appropriation n'a été relevée par les expérimentateurs.

3.2 Scénario d'observation

Pendant une dizaine de minutes, la personne âgée est invitée à effectuer les mêmes actions au sein de la MIB qu'elle fait quand elle se lève chez elle le matin. Plusieurs modes d'interaction de commande de la MIB sont utilisables : soit des interrupteurs classiques avec les mêmes pictogrammes que ceux des boutons de l'interface InTacS, soit le mode parlé au moyen de la voix de la personne (aucune consigne d'expression orale n'a été donnée), soit l'interaction tactile. La personne âgée peut utiliser le ou les modes d'interaction de son choix. Dans ce protocole expérimental, l'interaction vocale est simulée par un magicien d'Oz qui transforme l'expression de la personne en un ordre de commande de l'environnement domotique de la MIB (cf. Figure 2).

3.3 Les données enregistrées

Afin d'étudier les utilisations des technologies disponibles, un journal est associé au *middleware* MiCom. Nous avons également enregistré dans un fichier de traces les interactions sur l'interface InTacS comme illustré dans la Figure 7.

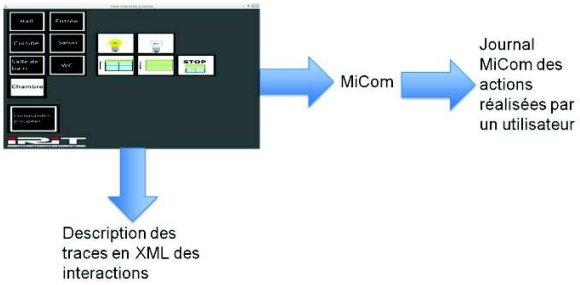

Figure 7. Enregistrement des données lors de l'interaction sur InTacS.

Le journal MiCom récupère les différents ordres transmis aux actionneurs de la MIB durant les expérimentations ainsi que les messages vocaux émis pas la synthèse vocale. Ainsi, ces données permettent d'identifier les actions effectuées pendant le scénario (contrôle volets, porte, télévision, lampes, meubles motorisés), l'identifiant de l'entité d'où provient l'action (numéro de la tablette, magicien d'Oz), la datation des actions, et les messages vocaux formulés pour répondre par exemple aux questions du participant.

4. PREMIERS RESULTATS

Nous avons présenté le middleware MiCom, qui favorise l'interopérabilité entre systèmes domotiques n'utilisant pas forcément les mêmes protocoles, ainsi que l'application InTacS qui permet la commande tactile des équipements de la MIB en utilisant le jeu de commandes de MiCom. La communication entre MiCom et l'application InTacS pour le pilotage de la domotique de la MIB et de capteurs WiNo, de commandes IR ou de capteurs de mouvement, a permis la mise en œuvre du protocole expérimental décrit précédemment dans lequel 150 séniors recrutés par AG2R La Mondiale sont invités à venir tester notre système en simulant leur scénario de lever. Pendant ces tests, les participants sont observés afin d'identifier l'appropriation des nouvelles technologies par les séniors.

Figure 8 : Tablette à la main

Figure 9: Tablette posée sur un support

Les observations montrent que lorsque la personne âgée prend une tablette dans une pièce (ici la tablette de la chambre en raison du scénario), celle-ci l'amène parfois dans les autres pièces.

Grâce à l'analyse du journal MiCom, sur un échantillon de 24 séniors, nous avons pu obtenir les résultats suivants : 11 personnes utilisent la tablette, 11 n'utilisent pas la tablette et 2 l'utilisent avec erreur (mauvaise identification de la pièce). La Figure 10 montre la répartition du lieu d'utilisation de la tablette. Nous notons une particularité : un senior a utilisé la tablette dans les deux modes (usage spécifique dans une pièce ou dans toutes les pièces).

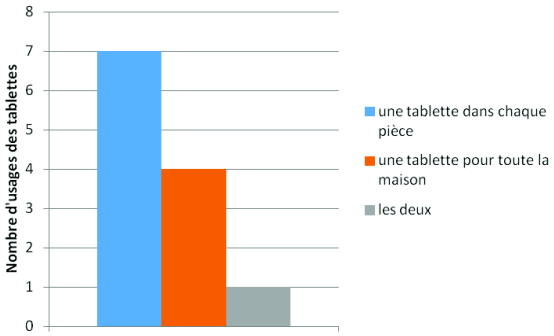

Figure 10 : Localisation de l'utilisation des tablettes.

Nous avons également observé plusieurs attitudes d'utilisation de la tablette (portée Figure 8 ; posée sur un support Figure 9).

L'appropriation de l'interface InTacS semble indépendante de l'utilisation antérieure ou pas d'une tablette. Ce résultat est en adéquation avec celui rapporté par [3].

5. PERSPECTIVES

Trois voies de poursuite de travail sont envisagées : l'analyse des données du journal MiCom, l'acquittement de l'action sur l'interface de InTacS et l'ajout de nouveaux capteurs.

En effet, nous disposons actuellement d'un journal MiCom et des traces d'interaction tactile pour 100 seniors. Une analyse du journal MiCom est en cours pour disposer : 1) du taux respectif d'utilisation de chacun des modes d'interaction lors du scénario ; 2) des commandes délocalisées (commande exécutée de la chambre pour une action dans la cuisine par exemple) ; 3) du taux d'utilisation des commandes groupées par rapport aux commandes unitaires.

L'autre perspective concerne l'ajout de capteurs spécifiques potentiellement intéressants pour le maintien à domicile des seniors en complément de ceux existants actuellement dans la MIB. Les informations issues de ces nouveaux capteurs viendront nourrir le journal MiCom en vue d'analyse des interactions et de l'actimétrie du senior au sein d'un habitat connecté..

Pour la détection de la chute, et de façon plus générale pour la détection des mouvements d'une personne, nous avons entrepris le développement d'un réseau de capteurs kinects, en détournant leur utilisation initiale de capteurs de mouvement pour la console de jeux de Microsoft. Ces kinects ne sont pas intrusives, car offrent l'avantage de ne pas filmer en lumière réelle, mais se limitent à détecter plusieurs points de jointure pour reconstruire en 3D et même dans l'obscurité un squelette virtuel de la personne. Une application [15] a été développée pour permettre de détecter des gestes et la chute d'une personne. Afin d'éviter des détections intempestives, la chute doit être détectée par plusieurs kinects simultanément et confirmée via le réseau local pour déclencher une alerte.

Cette détection de chute par kinects peut être secondée par l'utilisation d'autres nœuds WiNo intégrés dans une canne de marche afin de surveiller l'actimétrie (nombre de pas, distance journalière parcourue, chute, changement de direction, vitesse de déplacement…) de la personne âgée se déplaçant dans la MIB avec sa canne [9]. Le WiNo embarqué dans la canne utilise alors avantageusement un accéléromètre et un gyromètre 3D couplés à un magnétomètre.

Le middleware MiCom associé aux applications tactiles InTacS et à la nouvelle génération de capteurs offre aux chercheurs de l'IHM et de R&P un environnement d'étude intéressant pour l'intelligence ambiante appliquée au maintien à domicile.

ACKNOWLEDGMENTS

Cette étude est partiellement financée par la MSHS-T. Nous remercions également AG2R La Mondiale pour le recrutement de seniors.

REFERENCES

[1] Arab F., Malik Y. and Abdulrazak B., Evaluation of PhonAge: an adapted smartphone interface for elderly people, P. Kotzé et al. (Eds.): INTERACT 2013, Part IV, LNCS 8120, pp. 547-554.

[2] Loureiro B., Rodrigues R., Design Guidelines and Design Recommandation Multi-Touch Interfaces for Elders, ACHI 2014 ; The Seventh International Conference on Advances in Computer Human Interaction , pp. 41-47.

[3] Dahn I., Ferdinand P., Lachmann P., Supporting Senior Citizen Using Tablet Computers, Computers Helping People with Special Needs, Volume 8548 of the series Lecture Notes in Computer Science pp 323-330

[4] Gudur R.R, Blackler A., Popovic V., Mahar D., Ageing, Technology Anxiety and Intuitive Use of Complex Interfaces, . Kotzé et al. (Eds.): INTERACT 2013, pp. 564-581.

[5] Bougeois E., Duchier J., Vella F., Blanc Machado M., Van den Bossche A., Val T., Vigouroux N., Campo E. Post-test perceptions of digital tools by the elderly in an ambient environment. International Conference On Smart homes and health Telematics (ICOST 2016), Wuhan, China, 25/05/16-27/05/16

[6] van den Bossche A, Campo E, Vigouroux N, Vella F. Réseau de capteurs sans fil distribués pour le monitoring des activités de vie au sein d'une maison intelligente. Journées francophones Mobilité et Ubiquité UbiMob'14, Sophia Antipolis (2014)

[7] Khan R., Khan S.U., Zaheer R., Khan S., Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications

and Key Challenges, Frontiers of Information Technology (FIT 2012), 10th International Conference on, Islamabad, (2012) pp. 257-260.

[8] Razzaque MA, Milojevic-Jevric, Palade MA and Clarke S, Middleware for Internet of Things: A Survey, IEEE Internet of Things Journal, vol. 3, no. 1, pp. 70-95, (Feb. 2016)

[9] Bougeois E., Campo E., Soveja A., Stolf P., Val T., van den Bossche A., Usage pluridisciplinaire de la plate-forme Maison Intelligente de Blagnac, CNR-IUT 2016, 8-9 juin, Nantes, France.

[10] van den Bossche A., Dalce R., Val T. OpenWiNo: An Open Hardware and Software Framework for Fast-Prototyping in the IoT. International Conference on Telecommunications, Thessaloniki, Greece, Mai. 2016

[11] Buisson M., Bustico A., Chatty S., Colin F-R., Jestin Y., Maury S., Mertz Ch., Truillet Ph. 2002. Ivy : Un bus logiciel au service du développement de prototypes de systèmes interactifs. IHM 2002, , ACM Press, Poitiers, (Nov. 2002). 223-226.

[12] Fourty N, van den Bossche A, Val T. An advanced study of energy consumption in an IEEE 802.15.4 based network: everything but the truth on 802.15.4 node lifetime. Computer Communications, Elsevier, Juin 2012

[13] Jin, Z. X., Plocher, T., and Kiff, L. 2007. Touch Screen User Interfaces for Older Adults: Button Size and Spacing. *In Universal Access in Human Computer Interaction.* Coping with Diversity, Vol. 4554, (2007), 933–941.

[14] Sauzin D., Vella F., Vigouroux N. *SoKeyTo: a tool to design universal accessible interfaces (regular paper).* Dans / *In* : *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2014)*, *pologne*, *19/07/2014-23/07/2014*, T Ahram, W Karwowski, T Marek (Eds.), AHFE International, p. 659-670, 2014.

[15] Ben Hadj Mohamed A., Val T., Andrieux L., Kachouri A., A Help for Assisting People based on a Depth Cameras System Dedicated to Elderly and Dependent People. Journal of Biomedical Engineering and Medical Imaging, Society for Science and Education, UK, Vol. 1 N. 6, décembre 2014.