HAL
open science

Une plateforme d'expérimentation pour les systèmes d'interaction destinés aux personnes en situations de handicap

Adrien van den Bossche, Frédéric Vella

To cite this version:

Adrien van den Bossche, Frédéric Vella. Une plateforme d'expérimentation pour les systèmes d'interaction destinés aux personnes en situations de handicap. 9èmes Journées francophones Mobilité et Ubiquité (UBIMOB 2013), Jun 2013, Nancy, France. pp.1-4. hal-01231742

HAL Id: hal-01231742

https://hal.science/hal-01231742

Submitted on 20 Nov 2015

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 : 12600

Official URL:
http://ubimob2013.sciencesconf.org/19100/document

To cite this version : Van den Bossche, Adrien and Vella, Frédéric *Une plateforme d'expérimentation pour les systèmes d'interaction destinés aux personnes en situations de handicap.* (2013) In: 9èmes Journées francophones Mobilité et Ubiquité (UBIMOB 2013), 5 June 2013 - 6 June 2013 (Nancy, France).

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

UNE PLATEFORME D'EXPÉRIMENTATION POUR LES SYSTEMES D'INTERACTION DESTINES AUX PERSONNES EN SITUATIONS DE HANDICAP

Adrien van den Bossche
IRIT UMR 5505, Université de Toulouse, UT2
1 place Georges Brassens, BP 60073
31703 Blagnac Cedex, France
33 (0) 562747114
vandenbo@irit.fr

Frédéric Vella
IRIT UMR 5505
118, route de Narbonne
31062 Toulouse Cedex 9
33 (0) 561556314
Frederic.Vella@irit.fr

ABSTRACT
Les techniques d'interaction destinées à favoriser le retour à domicile de personnes fragilisées et en perte d'autonomie sont en plein essor. Cependant, si les besoins sont forts et les propositions nombreuses, il convient de mettre à disposition des systèmes ouverts permettant leur évaluation en situation réelle. En fonction des capacités cognitives, motrices et perceptives de la personne les utilisant, les dispositifs peuvent être plus ou moins efficaces. Dans cet article, les auteurs proposent une plateforme d'expérimentation permettant le développement rapide puis la mise à l'épreuve de tels dispositifs, dans un environnement de type « *living lab* ». La plateforme est constituée de divers systèmes d'interaction (tactile, reconnaissance et synthèse vocale, reconnaissance de formes), de dispositifs de traitement et des systèmes communicants (bus domotique, réseau local, etc.). Le dispositif proposé se veut le plus ouvert possible, fortement évolutif et simple d'usage, pour permettre le développement rapide de projets de recherche dans cette thématique.

Keywords Interaction homme-machine, réseaux, maison intelligente, situations de handicap

1. INTRODUCTION
L'accroissement du nombre de personnes fragilisés en perte d'autonomie (http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?reg_id=19&ref_id=10441) soulève la question de la prise en charge ces personnes (aspirations personnelles à demeurer à domicile le plus longtemps possible).

Le retour à domicile des personnes fragiles (âgée avec des pathologies chroniques, personnes en situation de handicaps, patients convalescents, etc.) pourrait bénéficier de l'avancée des technologies d'interaction tel que par exemple le tactile [1], la reconnaissance vocale [2], etc.

Toutefois, l'accessibilité et l'acceptabilité de ces techniques d'interaction doivent être mesurées en tenant compte d'autres paramètres tels que les capacités cognitives, motrices et perceptives de la personne et l'activité de la personne à son domicile mesurable grâce à un ensemble de capteurs de présence communicants sans fil dans l'espace de vie de la personne.

Pour pouvoir réaliser ces mesures, nous avons besoin d'une plateforme pour accueillir les capteurs et les techniques d'interaction et faire des évaluations sur ces derniers dans un lieu de vie familier telle que la maison intelligente [3]. Cependant, nous nous posons la question sur l'utilisation des protocoles réseaux pour supporter les nouvelles techniques d'interaction et afin de répondre aux situations de handicap.

Pour répondre à cette question nous proposerons le plan suivant : d'abord, nous présenterons les problématiques engendrées par interfaces homme-machine sur les personnes en situations de handicap, ensuite, nous ferons un état des lieux sur les technologies d'interaction et les technologies réseaux et communications, puis, une proposition de plateforme d'expérimentation sera faites avec une description du protocole que nous avons mis en place, enfin, nous conclurons et donnerons des perspectives sur la suite de ces travaux, tout en décrivant en amont notre démonstration.

2. PROBLEMATIQUES
Suivant les pathologies, la personne peut ne pas pouvoir utiliser toutes les techniques d'interactions existantes. En effet, si la personne utilise un dispositif qui ne lui est pas accessible, ceci peut avoir des conséquences en interaction homme-machine. Ces dernières sont marquées par des variations non linéaire des déplacements du curseur dans le temps [3]. Hourcarde & al. [5] ont montré le lien entre l'augmentation des temps de réaction motrice liée à l'âge et le degré d'accessibilité (maniabilité et coordination visuo-motrice) de la souris. Smith & al. [6] ont défini les « *slip errors* » comme des dérapages du curseur en dehors de la cible ou des doubles clics lors de la gestion du curseur de la souris dans des tâches de pointage. En effet, Wood & al. [7] ont remarqué que le dispositif de pointage « souris » demande plus d'effort cognitif et moteur (distance et temps de réalisation du mouvement plus importantes) pour les personnes âgées.

Ces différentes anomalies peuvent causer de la fatigue motrice, visuelle et cognitive quelques soient l'âge et le degré de motricité.

3. ETAT DE L'ART
3.1 Technologies d'interaction
Ces constats nous amènent à étudier de nouvelles techniques d'interaction « pour tous ». Pour pouvoir contrôler une maison intelligente, nous avons besoin d'interagir avec celle-ci. L'interaction peut être réalisée de plusieurs façons : la modalité d'entrée (gestuelle, vocale, etc.) et la modalité de sortie (audio, visuelle, etc.) [8]. Pour exécuter ces différentes modalités, nous avons besoin de capteurs et de dispositifs de contrôle.

Une étude a montré [9] que pour contrôler une maison intelligente les utilisateurs préfèrent utiliser des dispositifs de la vie quotidienne telle qu'un ordinateur, une télévision et un téléphone portable. Cette préférence est due à leur fiabilité et à la confiance qu'ils en ont en leur dispositif. De plus, il est établi que chacun de ces dispositifs va avoir un rôle particulier pour l'interaction entre la maison et la personne, l'ordinateur va permettre le contrôle, la télévision pour l'aspect graphique et le téléphone pour l'aspect mobilité.

Cependant, ces types de dispositifs ne sont pas toujours accessibles à des personnes en situation de handicap surtout si celles-ci sont à mobilités réduites.

Pour éviter ce problème, une nouvelle méthode d'interface pour la maison intelligente, appelée « Ambiant wall » [10], a été proposé. Il permet aux utilisateurs de surveiller ce qui se passe dans leur maison, et de contrôler leur environnement de manière gestuelle sur le mur sans aucun dispositif d'interface physique. Le message important de l'interaction proposée est qu'elle est très utile pour les personnes handicapées qui ont des difficultés à bouger leurs corps sans aides humaines.

Il existe d'autres techniques d'interaction permettant à une personne en situation de handicap de contrôler une maison. Cependant, chaque handicap à sa spécificité et ne peut pas utiliser tous les dispositifs. En interaction homme-machine se pose la question de la corrélation entre la personne en situation de handicap et les dispositifs.

Pour pouvoir répondre à cette question, nous avons besoin de mettre en place un système de communication moderne tel qu'un réseau pour faire communiquer les techniques d'interaction avec la maison intelligente.

3.2 Technologies réseaux et communications

Les technologies réseaux sont aujourd'hui très nombreuses. Filaires, ou sans fil, plus ou moins haut débit, universelles ou dédiées, ouvertes ou propriétaires, leur choix est très large et en dresser un inventaire dans cet article serait impossible. Si l'on se restreint aux technologies réseaux présentes dans le domaine de la domotique, on pourra néanmoins citer les classiques X10 et EIB/KNX (Konex). Ces technologies, souvent qualifiées de « bus domotiques », permettent de relier, sur un médium commun tel qu'une paire cuivrée ou par courant porteurs, des équipements domotiques variés comme des dispositifs de commandes et des actionneurs pour luminaires, chauffages et volets électriques. Dès lors, la commande manuelle n'est plus la seule possible et des automatismes plus ou moins évolués peuvent être envisagés. De plus, grâce au bus, les dispositifs d'interaction classiques tels que les interrupteurs peuvent être remplacés par des dispositifs plus riches et adaptés en toute situation, y compris de handicap.

Si des versions sans fil des bus domotiques ont pu être proposées par le passé, à l'ère du sans fil où les bus câblés deviennent obsolètes, de nombreuses technologies sans fil de type WPAN (*Wireless Personnal Area Network*), apparaissent dans le champ des réseaux domotiques. Dans l'idée de proposer un protocole universel, la *Zigbee Alliance* a proposé le protocole du même nom, qui repose sur les couches PHY et MAC normalisées par IEEE 802.15.4 [11]. Bien que le profil *Home Automation* [12] fut l'un des premiers proposés, les produits disponibles souffrent du modèle économique imposé par la *Zigbee Alliance* basé sur des *royalties* : les produits totalement compatibles Zigbee demeurent chers. Egalement basée sur IEEE 802.15.4, 6LoWPAN [13] ouvre les portes de l'Internet des Objets en rendant possible la transmission de paquets IPv6 sur un WPAN. La technologie est prometteuse mais, à ce stade, le manque de standardisation dans les protocoles applicatifs fait défaut. D'autres technologies telles que Zwave, propriétaires, présentent des caractéristiques intéressantes mais sont moins aptes à devenir des standards de fait. Finalement, à ce jour, aucune technologie sans fil ne peut se prévaloir d'une popularité telle que celle atteinte par les bus domotiques filaires.

3.3 Identification des manques

Bien que très disponibles, les bus domotiques, souvent anciens, souffrent d'un manque d'universalité et de standardisation dès que l'on souhaite les interconnecter à d'autres réseaux très universels comme IP, par exemple. Des projets de passerelles tels que *eibd/linknx* ont néanmoins vu le jour et permettent de rapprocher la communauté du logiciel libre des bus domotiques. Dès lors, des interfaçages sont possibles entre un système logiciel ouvert et les capteurs/actionneurs connectés au bus.

Cependant, se cantonner au seul bus domotique serait très limitant dans notre cadre de recherche. Par exemple, le bus domotique, bas débit, ne peut porter de signaux multimédia comme du son ou de la vidéo. Il convient donc de tirer parti au maximum du bus domotique et d'intégrer un maximum de possibilités autres, notamment en termes de traitements et d'interfaces. Notre objectif étant d'arriver à la mise à disposition d'une plateforme de prototypage et d'expérimentation utilisée pour les travaux de recherche, l'accès aux fonctionnalités doit être simple et la plateforme efficace. Si un développeur prévoit d'utiliser conjointement une commande vocale, une synthèse vocale et une tablette pour piloter les éclairages de la maison, il doit pouvoir accéder à l'ensemble de ces outils et ressources le plus simplement possible. Tel est notre objectif.

4. PROPOSITION D'UNE PLATEFORME D'EXPÉRIMENTATION

Pour répondre aux différents objectifs fixés dans les sections précédentes, une plateforme d'expérimentation a été mise en place pour permettre le développement et le test des travaux à venir, dans un environnement de type « *living lab* ». Notre plateforme repose sur la Maison Intelligente de l'IUT de Blagnac [14] et comprend plusieurs dispositifs :

- Des interfaces variées : tactiles, audio, vidéo.
- Des dispositifs de traitement,
- Des systèmes de communication.

Dans un premier temps, des technologies « prises sur étagères » ont été installées et prises en main. L'objectif étant de permettre un prototypage rapide de solutions innovantes, il a rapidement été nécessaire de permettre une accessibilité la plus simple possible, tant pour l'utilisateur direct que le développeur. Dans les sections suivantes, nous revenons sur ces différents dispositifs et la facilité des accès.

4.1 Systèmes de communication

Plusieurs systèmes de communication sont disponibles sur la plateforme d'expérimentation :

- En premier lieu, un réseau local, filaire (Ethernet) et sans-fil (Wifi) permet de porter les communications de type haut débit ou multimédia (tel que les signaux transmis aux haut-parleurs) et donne l'accès à Internet. Certains signaux domotiques, portés par IP, le sont également,
- Une passerelle GSM utilisant une clé 3G permet d'envoyer des SMS à la demande,
- Un bus domotique (KNX) permet de commander les actionneurs de la maison : portes coulissantes et gâches, éclairages, volets et meubles mobiles. Une lecture sur le bus permet également de déterminer l'état d'un équipement ou bien de savoir par quel interrupteur un actionneur a été activé. Une solution incluant un pont IP/KNX pour la partie *hardware* – et le *daemon* eibd pour la partie *software* –

permet le passage des *télégrammes* KNX sur le réseau IP et inversement. L'ensemble a été doublé, de manière à ne pas systématiquement intervenir sur le dispositif de production.

La Figure 1 illustre l'architecture du système de communication mis en place.

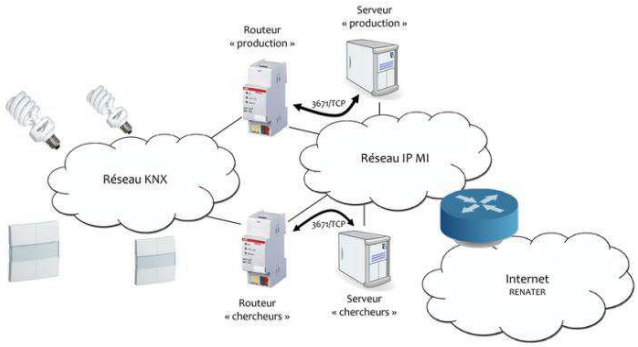

Figure 1 : architecture du système de communication

4.2 Dispositifs de traitement

Plusieurs dispositifs de traitement sont déployés. Ils peuvent être classés dans deux catégories, essentiellement sur le critère de capacité de traitement.

Afin de faciliter les développements, un serveur doté d'un système de virtualisation (*Oracle VirtualBox*) a été déployé. Cette solution de virtualisation permet de déployer indifféremment des machines virtuelles (VM) sous MS-Windows, Linux ou tout autre système d'exploitation. Pour chaque projet de recherche, une VM est livrée : l'environnement virtuellement cloisonné simplifie l'administration des systèmes. Cette solution, puissante d'un point de vue traitement, permet d'utiliser facilement les langages de haut niveau, les technologies web et les bases de données.

Certaines applications peu gourmandes peuvent directement être prototypées sur cibles plus légères, moins dotées en capacités de traitement – comparativement aux VM évoquées ci-dessus – mais plus économes en énergie et plus proche, en termes d'intégration, d'une solution finale. Un large panel de plateformes matérielles est disponible aujourd'hui, de l'*Arduino* (CPU 8bits, 16MHz, sans OS) au *Raspberry Pi* (CPU ARM11, 700MHz, Linux) en passant par les architectures MIPS (*Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages*, présent dans les équipements réseau sous OpenWRT GNU/Linux). Si la cible n'est pas autonome d'un point de vue communication, il est possible de la lier matériellement à une VM, par USB par exemple.

4.3 Dispositifs d'interaction

Nous avons mis à disposition plusieurs dispositifs pour permettre des interactions entre la maison intelligente et les utilisateurs finaux. A ces derniers peuvent être associés des développeurs et des sujets. Voici les dispositifs installés à la maison intelligente de Blagnac :

- Des dalles tactiles : fixes (dans l'infrastructure) et des portables (tablette),
- Des haut-parleurs pour la synthèse vocale (*text-to-speech*),
- Un microphone pour de la commande vocale,
- Une kinect pour de la commande gestuelle [15].

Afin de permettre le développement rapide d'applications répondant aux objectifs évoqués plus haut, des dispositifs ont également été mises en place pour permettre au développeur d'interagir facilement avec la plateforme d'expérimentation. Pour ce faire, un jeu de commandes accessibles par requêtes HTTP a été mis en place ; les paramètres des commandes sont simplement placés en GET, rendant universel son accès, même pour de simples scripts. Cette interface permet de commander indifféremment l'ensemble des dispositifs présents sur la plateforme :

- Les dispositifs liés au bus KNX : commandes des éclairages, volets, portes coulissantes, meubles mobiles ou bien encore le chauffage. Une requête indiquant le nom usuel de l'équipement et l'état souhaité doit être produite pour déclancher l'action.
- La synthèse vocale : toute chaîne de caractères passée en paramètre peut être diffusée dans les haut parleurs présents dans la maison.
- L'envoi de SMS : sur le même principe, le numéro du destinataire et le texte à envoyer sont passés.

Le tableau 1 donne quelques exemples d'URL utilisables sur la plateforme.

Tableau 1 : exemples d'URL utilisables sur la plateforme

URL	Effet provoqué
`http://ip/micom/store ?room=salon&order=ouvert`	ouvre les volets du salon
`http://ip/micom/micom/lamp ?room=cuisine&order=on`	allume l'éclairage de la cuisine
`http://ip/micom/furniture ?room=cuisine&order=haut`	monte l'évier
`http://ip/micom/door ?door=hall&order=open`	ouvre la porte coulissante du hall
`http://ip/micom/say ?text=bonjour%20!%20commen t%20vas-tu%20?`	dit « bonjour, comment vas-tu ? »

4.4 DEMONSTRATION

La plupart des dispositifs évoqués dans ce papier peuvent être montrés à distance : interfaces présentes sur place et retour audio/vidéo. Une présentation peut ainsi être effectuée lors des journées.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans ce papier, nous avons tout d'abord évoqué les besoins en systèmes modernes, nécessaires pour favoriser le retour à domicile de personnes fragilisées en perte d'autonomie. Si les besoins sont forts, il n'est pas toujours simple de proposer des systèmes d'interaction universels car les capacités cognitives, motrices et perceptives de la personne évoluent en fonction de la pathologie et/ou du handicap. Pour ce faire, les chercheurs proposant de nouvelles techniques et dispositifs d'interaction ont besoin de pouvoir développer et expérimenter leurs propositions dans un environnement permettant à la fois un déploiement simple des solutions proposées mais aussi un environnement de test réel où peuvent être réalisés des études avec des patients cobayes. Une telle plateforme, que nous espérons la plus accessible possible, a été proposée et présentée dans cet article.

Par la suite, plusieurs perspectives sont envisagées. Dans un premier temps, les possibilités offertes par la plateforme vont progressivement augmenter, au fur et à mesure des besoins exprimés par les chercheurs l'utilisant. A titre d'exemple, tous les retours d'état ne sont pas encore disponibles ; les requêtes HTTP devront rapidement les implémenter pour permettre de fiabiliser les scenarii d'usage. Le nombre de dispositifs accessibles devrait

lui aussi également augmenter, au gré des besoins remontés par les utilisateurs. Il serait également intéressant, dans un futur proche, d'intégrer un protocole de découverte de services pour tendre vers un accès à la plateforme encore plus universel. Dans un second temps, des solutions d'interaction incluant commande vocale, reconnaissance de forme, synthèse vocale et tablettes tactiles vont être mises en place dans le cadre du projet ECAMI (MSH-T 2013-2014) [16] ; ces solutions utiliseront la plateforme présentée. Des scénarii d'évaluation seront proposés et évalués. Enfin, un regard permanent reste porté sur les technologies sans fil qui pourraient permettre des *déploiements éphémères* pour assister temporairement un patient dans son retour à domicile, ou en fin de vie.

6. REFERENCES

[1] Lepicard, G. and Vigouroux, N. 2010. Touch Screen User Interfaces for Older Subjects Effect of the Targets Number and the Two Hands Use. *In International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2010),* July 2010, Autriche, 592-599.

[2] Portet, F., Vacher, M., Golanski, C., Roux, C., Meillon, B. 2013. Design and evaluation of a smart home voice interface for the elderly – Acceptability and objection aspects. *Personal-and-Ubiquitous-Computing-Journal*, 17(1):127-144.

[3] La Maison Intelligente de l'IUT de Blagnac http://mi.iut-blagnac.fr

[4] Hwang, F., Langdon, P.M., Clarkson, P.J., Keates, S. 2004. Mouse movements of motion-impaired users: a submovement analysis. *In 6th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS 2004),* Atlanta, GA, USA.

[5] Hourcade,, J.P., Nguyen, C.M., Perry, K.B. Denburg, N.L. 2010. Pointassist for older adults: analyzing submovement characteristics to aid in pointing tasks.*CHI '10, ACM,* New York, NY, 1115-1124.

[6] Smith, M., Sharit, J., & Czaja, S. 1999. Aging motor control, and the performance of computer mouse tasks. *In Human Factors,* 41, 389-396.

[7] Wood, E., Willoughby, T., Rushing, A., Bechtel, L., Gilbert, J. 2005. Use of Computers Input Devices by Older Adults. *In The Journal of Applied gerontology*, 24, 419-438.

[8] Jaimes A. and Sebe, N. 2007. Multimodal human-computer interaction: A survey*, In Computer Vision and Image Understanding*, v.108 n.1-2, 116-134.

[9] Koskela, T., Väänänen, K.,-Mattila, V. 2004. Evolution towards smart home environments: empirical evaluation of three user interfaces. *In Personal and Ubiquitous Computing*, v.8 n.3-4, 234-240.

[10] Kim H. J., Jeoung K. H., Kim S. K., Han T. D. 2011. Ambient Wall: Smart wall display interface which can be controlled by simple gesture for smart home, *SIGGRAPHAsia*

[11] van den Bossche A., Val T., Campo E. *La technologie sans fil 802.15.4 : son héritage protocolaire et ses applications*. In Techniques de l'Ingénieur, Vol. TE7509, novembre 2011

[12] http://www.zigbee.org/Standards/ZigBeeHomeAutomation

[13] Kushalnagar N., Montenegro G., Schumacher C. 2007. IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks (6LoWPANs): Overview, Assumptions, Problem Statement, and Goals. RFC 4919

[14] Campo E., Daran X., van den Bossche A., 2012, Conception d'une plateforme pluridisciplinaire ouverte et évolutive pour l'évaluation des technologies d'aide au maintien à domicile. *Congrès National de la Recherche en IUT (CNR IUT 2012 2012), Tours, France, 06/06/2012-08/06/2012*.

[15] Ben Hadj Mohamed A., Baghdadi A., Val T., Andrieux L., Kachouri A., 2013. Edges detection in 3D images for a gesture recognition application. *In IEEE International Conference on Signal Processing and Telecommunications (ICSPT 2013)*, Sousse, Tunisia, 24/03/2013-26/03/2013.

[16] Projet ECAMI, *Etude de l'ACcessibilité à la Maison Intelligente*, http://www.irit.fr/ECAMI