

# Con4Com

## Connected objects for a comfortable mobility of blind people

## Objets connectés pour une mobilité confortable des malvoyants

*Projet Agorantic 2015*

### Éléments de présentation, nom du porteur, laboratoire(s) associé(s)

Le projet Con4com associe l'UMR ESPACE, le Laboratoire d'Informatique d'Avignon et la fondation MIRA Europe.

Le porteur est Didier Josselin. Il est accompagné de Driss Matrouf et Eitan Altman pour la partie informatique, ainsi que de Frédéric Gaillanne, président de MIRA Europe.

Font également partie de l'équipe : Said Boularouk, doctorant du LIA, ainsi que deux étudiants de Master 1 de Géographie (Delphine Picolot et Alexis Marcon).

### Descriptif du projet

Le projet vise à comprendre les éléments de référence dont souhaitent disposer des personnes mal-voyantes pour se déplacer en milieu urbain et à proposer des maquettes d'objets connectés permettant de disposer d'informations contextuelles d'aide à la mobilité (en complément des chiens et des cannes) en fonction de la géolocalisation de ces personnes à mobilité réduite et sur la base d'informations géographiques précises au niveau du mobilier urbain. Beaucoup de travaux s'intéressent à cet aspect de la mobilité des personnes mal-voyantes (Bigham et al, 2014, Hub et al, 2012, Brady et al, 2013, Bhardwaj et Sing, 2013).

En effet, la localisation des personnes par des GPS et la mise en place d'objets connectés (capteurs magnétiques d'orientation) indiquant dans quelle direction le mal-voyant regarde nous donne une information utile et nécessaire pour fournir des éléments de contexte. Par exemple, ce peut être, dans un angle de vision donné, la présence d'obstacles potentiellement dangereux ou bien l'existence d'aménités urbaines (mairie, banque, hôtels...) dont on peut connaître la densité, la distance, voire la répartition spatiale. Pour cette fonctionnalité, l'utilisateur mal-voyant réalise une requête. Mais ce type d'information peut également être très utile pour planifier des déplacements et appréhender les obstacles à franchir et les distances à parcourir. Dans un premier temps, nous privilégierons le texte comme vecteur d'information, puis nous chercherons à introduire des sons signifiants, voire des ambiances sonores. Il est aussi envisagé d'embarquer une petite caméra et des capteurs indra-rouges ou équivalents (Rajkumar, et al., 2014).

Une des difficultés de ce projet est qu'il doit se baser sur des données d'une forte granularité, où des objets du mobilier urbain doivent être représentés et géocodés. Pour se faire, nous utiliserons des données libres d'OpenStreetMap, qui devront être certainement retouchées et complétées par des analyses de terrain. L'expérimentation se fera sur Avignon. Le réseau considéré sera notamment celui des piétons (et donc pas uniquement le réseau routier) qui a déjà été dessiné en partie par une étudiante de Master 1 de géographie en 2014. Ce type d'approche nécessite de bien penser l'usage de systèmes d'informations géographiques embarqués. On sait d'ores et déjà que les données encapsulées et propriétaires de type Navteq ou Téléalas dans des environnement type Google, sont insuffisantes. Il faudra trouver une alternative fiable en open-source pour adapter ces données à nos besoins.

Concernant les objets connectés (nada et al, 2015), nous envisageons de faire des tests avec des boucles d'oreilles (pour les dames) et des lunettes (pour les messieurs) sur lesquelles nous fixerons un micro-capteur d'orientation et également des micro-hautparleurs symétriques pour tenter de représenter une réalité tridimensionnelle, voire augmentée (Leduc-Mills et al, 2014). Ces différents composants électroniques seront en interaction avec un boîtier central (connexion type bluetooth ou wifi) qui abritera le GPS et l'accès aux données géographique. Par exemple, la personne aveugle indiquera sa position à un moment donné et la direction de son regard via le capteur magnétique. Elle recevra des informations stéréophoniques en plus de ses propres sens (audition) rehaussant, grâce à un signal particulièrement signifiant, la perception du risque ou de la présence d'un objet ou d'un lieu d'intérêt. Par ailleurs, les réunions avec le partenaire opérationnel

(association MIRA) ont montré que l'usage des GPS dans leur fonctionnalité classique d'aide au parcours (« tournez à droite ») n'est pas adapté aux mal-voyants, qui aimeraient disposer de davantage d'information contextuelle et liées à l'orientation de leur déplacement (« la boulangerie où vous voulez acheter votre pain est à 100 mètres légèrement sur votre droite ») en fonction des lieux qu'ils souhaitent atteindre (« vous devez traverser une route passante puis prendre une rue piétonne pour vous rendre à la banque »). Ces données d'orientation sont cruciales pour les mal-voyants car ces personnes se perdent souvent, même dans des environnements connus faute de repères identifiés. Le langage est privilégié pour fournir l'information contextuelle (Kumar, 2013).

### **Objectifs et résultats attendus**

Globalement, le projet Con4Com constitue une étude de faisabilité de l'usage d'objets connectés pour l'aide à la mobilité confortable des mal-voyants.

Les objectifs de ce projet se situent à plusieurs niveaux :

- réaliser un état de l'art complet du domaine
- lister l'ensemble des objets urbains servant de référence au déplacement de personnes à mobilité réduite, sous toutes leurs formes (parfums de certains magasins, ambiances sonores ou sons particuliers comme des fontaines, type de revêtement au sol, etc)
- constituer une base de données numériques géographiques permettant d'identifier avec précision ces différents objets et de construire un graphe fiable de déplacement piétonniers pour personnes à mobilité réduite, dans lequel seront intégrés les transports en commun accessibles en intermodalité
- définir un ensemble de profils type de déplacements habituels pour mal-voyants et leur faire correspondre les besoins de données contextuelles pour cibler l'aide au déplacement, par un outil numérique venant en complément des cannes et des chiens guides
- rechercher et tester, parmi les technologies actuelles en micro-informatique et électronique (cartes nano Arduino, micro-capteurs) celles qui, associées à des informations de géolocalisation (GPS) et d'orientation, peuvent permettre de manipuler des informations fiables d'orientation et de contexte
- déterminer quel type de support d'information serait idéal : la langage, des sons, des ambiances sonores, ainsi que la façon dont il faut les distiller pour que l'information soit intelligible
- réaliser des tests avec des adultes et des jeunes mal-voyants, ayant différents niveaux de handicaps.

### **Caractère innovant de ce projet**

Le projet est innovant car il se situe en décalage par rapport à des approches plus techniques. Les objets connectés proposés dans la littérature sont utiles, mais, à dire de malvoyants de MIRA, pas forcément bien adaptés comme compagnon dans les déplacements de tous les jours.

En réponse à l'obligation dans le cadre de la loi PMR – Personnes à Mobilité Réduite, la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées, impose d'ici 2015 la prise en compte dans les lieux publics de tous les handicaps. C'est ce qui a poussé les collectivités à s'équiper de balises sonores de guidage que l'on retrouve à certains endroits en milieu urbain notamment : <http://www.activeauhtdio.fr/accessibilite-deficients-visuels/balise-sonore-de-guidage>

Un objet connecté intéressant est la canne blanche électronique. Au même titre que le chien guide, c'est une aide au déplacement. Elle signale les obstacles présents sur le trajet de la personne déficiente visuelle par des vibrations. Elle anticipe ainsi la perception des obstacles grâce à un dispositif électronique, avant que la personne ne touche l'objet avec le bout de sa canne (<http://www.chien-guide.org/la-canne-blanche-electronique.php>).

Il existe aussi des GPS Vocaux. Par exemple, KAPTEO est le premier GPS piéton 100% vocal qui permet d'interagir avec son environnement et de déclencher les balises sonores déjà installées dans les bâtiments partout en France (<http://eo-guidage.com/gps-pieton-kapteo/>).

Ces technologies, toutes intéressantes sous différents aspects, apportent des réponses techniques au déplacement des aveugles, en tenant compte essentiellement du critère de défaillance de vision, mais

relativement peu du critère de confort de déplacement. Il est en effet très important, pour qu'une technologie connectée soit utilisée, qu'elle s'insère naturellement dans la vie de tous les jours des utilisateurs. Pour les mal-voyants, elle doit être simple, légère et efficace, et ne pas contredire ou réduire l'efficacité des moyens existants, déjà éprouvés (chien guide, canne, modes de préparation des trajets). Elle doit être complémentaire. C'est la raison pour laquelle nous souhaitons, grâce à l'interaction permanente avec la fondation MIRA et un panel de mal-voyants participant à l'expérimentation, réfléchir à (et tester) ce type d'outils dans une optique d'aide à la mobilité confortable des personnes mal-voyantes.

Nous pressentons les pistes suivantes d'investigation, en termes technologique. Elles utilisent les composants informatiques et électroniques dont certains sont listés dans le budget. Elles ne sont pas exhaustives et ne constituent actuellement que des pistes techniques à (in)valider selon les contexte et les conditions de déplacement.

#### *IPS (Indoor Positioning System)*

Un réseau virtuel peut permet aux malvoyants de se localiser à l'intérieur d'un bâtiment. Là où le GPS est obsolète, l'IPS est un ensemble d'émetteurs/ Récepteurs, dont le coeur est un microcontrôleur et des capteurs (wifi, bluetooth, capteur de champ magnétique). Le tout est équipé d'un mini haut parleur pour envoyer et recevoir des sons.

#### *Le détecteur d'obstacle*

Le détecteur d'obstacle par ultrason peut remplacer la canne, il capable de fonctionner à l'intérieur comme à l'extérieur, de nuit comme de jour. Ce détecteur peut-être équipé d'un capteur de champ magnétique (compas), pour aider le malvoyant à connaître sa direction. Doté d'un capteur de couleurs, le kit peut par exemple interpréter un feu rouge/vert, ou un passage piéton.

#### *GPS Vocale interactif*

Il s'agit d'un GPS qui fonctionne en toute indépendance, analyse les données extraites d'une carte géographique dématérialisée et aussi des capteurs intégrés.

#### **Dimension interdisciplinaire (laboratoires de disciplines différentes)**

La dimension interdisciplinaire du projet est claire, puisqu'il associe des avancées méthodologiques en informatique (objets connectés, calculs sur des informations d'objets mobiles) et en géographie (données de géolocalisation, bases de données géographiques libres).

Par ailleurs, une forte demande sociale émane de la fondation MIRA Europe, dont le directeur est impliqué dans le projet, institutionnellement comme personnellement. L'empreinte sociale du projet est donc marquée.

#### **Positionnement dans Agorantic**

Le projet proposé se positionne sur l'axe 5 (aspect mobilités) et, dans une moindre mesure, l'axe 2 (aspect réseaux sociaux) de la SFR Agorantic.

#### **Partenariats extérieurs**

Située à l'Isle sur la Sorgue, la fondation MIRA-Europe est partie prenante du projet. Depuis plusieurs années, elle a formé et fourni des dizaines de chiens guides à des enfants aveugles ou mal-voyants. Reconnue d'utilité publique, et habilitée par la Fédération Française des Chiens Guides, elle est le leader européen du domaine. <http://www.mira.ca/fr/>, <http://www.miraeurope.org/index.php?id=9>

Les tests seront réalisés sur la ville d'Avignon, site sur lequel les géographes disposent de beaucoup d'information et ville principale où le panel d'utilisateurs se déplace. Une analyse de terrain est planifiée avec les étudiants de Master de géographie en stage.

À noter le très fort partenariat développé par MIRA avec différents laboratoires de recherche en sociologie et ergonomie (IRSEA par exemple, localisé à APT <http://www.group-irsea.com/>), qui préfigure la préparation puis le dépôt d'une ANR en 2016.

## Budget prévisionnel et financements envisagés

Budget total demandé à Agorantic : 4560 €

Déplacement (conférences) :	2000 €
Stages (4 mois) :	2200 €
Matériel connecté :	360 €

## Références bibliographiques

- Jeffrey P. Bigham, Chandrika Jayant, Andrew Miller, Brandyn White, and Tom Yeh, 2014, VizWiz : LocateIt-Enabling Blind People to Locate Objects in Their Environment, 8 pages
- Rajkumar N, Anand M.G, Barathiraja N, Portable Camera Based Product Label Reading For Blind People, *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, Volume 10, Number 1, 2014, pp. 521-524
- Ayat A. Nada, Mahmoud A. Fakhr, Ahmed F. Seddik, 2015, Assistive Infrared Sensor Based Smart Stick for Blind People, 6 pages
- M. Naveen Kumar, 2013, Voice Based Guidance and Location Indication System for the Blind Using GSM, GPS and Optical Device Indicator, *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* Volume 4, Issue 7, 2013
- Andreas Hub, Tim Hartter Thomas Ertl, 2012, Interactive Tracking of Movable Objects for the Blind on the Basis of Environment Models and Perception-Oriented Object Recognition Methods, 8 pages
- Erin Brady, Meredith Ringel Morris, Yu Zhong, Samuel White and Jeffrey P. Bigham, 2013, Visual Challenges in the Everyday Lives of Blind People, Session: *Design for the Blind : Changing Perspectives, CHI 2013*, April 27–May 2, 2013, Paris, France
- Prashant Bhardwaj and Jaspal Singh, 2013, Design and Development of Secure Navigation System for Visually Impaired People, *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)* Vol 5, No 4, August 2013
- Ben Leduc-Mills, Halley Profita, Shashank Bharadwaj, Patrick Cromer, and Richard Han, 2014, ioCane: A Smart-Phone and Sensor-Augmented Mobility Aid for the Blind, 8 pages

## Annexe (liste et prix des matériels)

2	Arduino Mega 2560 + Cable USB	8,79	17,58
2	Arduino Atmega328 + CP2102 Module	3,2	6,4
4	Capteur Ultrasonic HC-SR04	0,95	3,8
4	Capteur Gyroscope MPU 6050	2,11	8,44
2	Capteur de couleur	3,26	6,52
2	Capteur Motion infrarouge	0,93	1,86
2	Capteur Obstacle infrarouge	0,86	1,72
4	Capteur digital	0,6	2,4
4	Module mini mp3 player	9,54	38,16
4	Mini haut parleur	1,91	7,64
4	Servomoteur	1,57	6,28
10	Bouton poussoir	0,15	1,5
1	Camera OV7670	4,14	4,14
4	module usb chargeur de batterie 3,7 + 9v	2,43	9,72
2	batterie lithium 3.7V	2,3	4,6
2	batterie lithium 9V	3,3	6,6
2	Capteur de son haute sensibilité.	0,64	1,28
4	RF transmetteur recpeteur	0,75	3
2	Module bluetooth	2,82	5,64
1	GPS récepteur + Module 3G	55,39	55,39
1	Arduino screen 3,2 Nextion	24	24
1	Boitiers (impri 3D)	50	50
1	Fer a souder+ fil a souder	25	25
1	Pince- tournevis- pincette	12	12
1	Resistance, diodes, led, cable, plaque de montage	25	25
2	Panneau solaire 5V 240 ma	2,31	4,62
4	Module wifi	6,22	24,88
Total			358,17