

Stratégies de présentation d'informations spatiales en mobilité pour l'aide à la navigation chez les non-voyants

Marc Macé

CNRS-Université de Toulouse

marc.mace@irit.fr

Julie Ducasse

Université de Toulouse
IRIT - UPS, 118, route de Narbonne
31062 Toulouse cedex 9, France

julie.ducasse@irit.fr

Christophe Jouffrais

CNRS-Université de Toulouse

christophe.jouffrais@irit.fr

RÉSUMÉ

Les aides électroniques à la navigation développées pour les non-voyants commencent à se diffuser auprès des personnes déficientes visuelles. Elles ont cependant l'inconvénient de ne pas être assez robustes aux erreurs de positionnement des systèmes GPS, notamment en ville, et de ne pas fournir d'informations pertinentes à l'utilisateur sur les éléments présents autour de lui. Ces deux défauts rendent moins fiables ces dispositifs pour atteindre une destination et ne permettent pas aux non-voyants de construire une carte mentale de leur environnement, ce qui est par ailleurs très utile pour mieux comprendre ses déplacements. Les applications sur téléphone mobile développées dans le cadre de cette étude visent à fournir ces indications manquantes en indiquant de manière non-visuelle la position de points de repère environnants pour permettre à un utilisateur non-voyant -ayant appris une carte de son environnement au préalable- de s'orienter et de se diriger efficacement dans cet environnement.

Mots Clés

Non-voyants ; aide à la navigation ; mobilité ; cognition spatiale.

ACM Classification Keywords

H.5.2. [Information Interfaces and Presentation]: User Interfaces. K.4.2. [Computers and Society]: Social Issues - Assistive Technologies for Persons with Disabilities.

INTRODUCTION

La navigation, en particulier dans un environnement inconnu, représente un défi pour les non-voyants. On distingue différentes aides électroniques au déplacement, selon qu'elles concernent la micro-navigation ou la macro-navigation. Les aides à la micro-navigation désignent tout ce qui relève de la mobilité, comme les canes électroniques et les détecteurs d'obstacles, alors que les aides à la macro-navigation regroupent les aides à l'orientation [2] qui permettent d'atteindre une destination comme les GPS adaptés aux non-voyants [4].

Le principal problème de ces aides à la navigation est que l'utilisateur va être guidé vers sa destination sans comprendre le parcours qu'il aura effectué et sans avoir eu une perception globale des éléments qui l'entourent tout au long du parcours. Notre idée ici est que pour mieux appréhender son environnement, une personne non-voyante doit avoir accès tout au long de son trajet à des informations sur l'emplacement de points de repère alentours. Dans cette étude, nous séparons l'apprentissage de la carte, qui aura été effectué au préalable -par exemple sur une carte en relief sur papier embossé- [1] de l'expérience de navigation proprement dite pour se concentrer sur la représentation mentale que l'utilisateur va construire de son environnement. Les informations fournies au cours de son trajet ne sont plus des indications de directions à suivre sans réfléchir mais la position de quelques points de repère structurants qui vont lui permettre de savoir à tout moment où il se trouve et quelle est son orientation. Ainsi, en s'appuyant sur cette représentation mentale, l'utilisateur peut en permanence ajuster son itinéraire pour se rendre à n'importe quel endroit de la carte apprise auparavant.

Du point de vue de l'interaction, les dispositifs de navigation utilisés par les non-voyants prouvent que les modalités auditives et tactiles sont efficaces et suffisantes pour donner des informations précises sur des points d'intérêt, en adaptant leur présentation. Il est intéressant de montrer que des informations relativement simples sur ces points de repère (distances et directions) permettent à une personne non-voyante de s'orienter correctement pour atteindre une destination.

L'exploration préalable d'une carte permet à l'utilisateur d'extraire les points saillants de l'environnement et de comprendre sa structure générale. Il peut planifier son itinéraire en repérant la position du point d'arrivée par rapport aux points de repères [3]. Il est à la fois autonome (il ne dépend pas d'un itinéraire construit par le dispositif) et encouragé à avoir une représentation allocentrée de l'espace (grâce aux points de repères). Sur le terrain, l'application lui permet de suivre l'itinéraire en lui donnant des informations pour replacer son trajet dans sa représentation mentale de l'environnement.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

6 sujets (6 hommes âgés de 22 ans en moyenne) ont participé à l'expérience, qui durait environ 1h15. Chaque

sujet remplissait au préalable un formulaire de consentement. La première partie de l'expérience avait lieu dans les locaux de l'IRIT tandis que la seconde se déroulait à l'extérieur. Le téléphone utilisé pour les expériences était un Samsung Galaxy S3 sous Android 3.

Pour cette expérience, de nombreuses stratégies de présentations des informations spatiales de manière non-visuelle et sur téléphone ont été imaginées et développées. Parmi celles-ci, les trois plus prometteuses ont été retenues pour être comparées dans des tests utilisateurs. Ces applications permettent toutes à un utilisateur non-voyant de percevoir la position relative de 3 points situés autour de lui. L'application «Boutons» se compose de boutons remplissant chacun une large portion de l'écran. Lorsque l'utilisateur clique sur un bouton, l'identifiant du point de référence, la distance, et la direction (sous forme horaire) lui sont données grâce à un message vocal. L'application «Radar» indique la position des points de repère en vibrant quand le doigt de l'utilisateur qui parcourt le pourtour de l'écran se trouve dans la direction effective de ce point. Un message vocal indique également l'identifiant du point et sa distance. L'application «Carte» représente une carte de l'environnement, sur laquelle figurent les trois points de repères ainsi que la position de l'utilisateur. Lorsque l'utilisateur passe sur un des points, un message vocal lui indique l'identifiant du point, la distance et la direction. Lorsqu'il passe sur le cercle représentant sa position, il entend le message vocal «ma position».

Ces applications ont été évaluées dans deux tâches successives, l'une à l'intérieur pour déterminer s'il est possible de connaître son orientation grâce à ces applications et l'autre à l'extérieur pour vérifier qu'elles permettent bien d'atteindre une destination. Des mesures d'erreurs angulaires et de temps pour atteindre la destination étaient relevées. Les applications étaient présentées dans un ordre différent pour chaque sujet. Les sujets remplissaient un questionnaire de satisfaction à l'issue des tests.

RÉSULTATS

Connaître son orientation :

Pour la première tâche, l'expérimentateur mesurait l'écart angulaire (en degrés) entre les angles estimés par le sujet et les angles réels. L'écart angulaire moyen était de 23,8° (écart-type : 15,4°) pour l'application Boutons, 34,0° pour l'application Radar (écart-type : 41,2°) et 25,0° pour l'application Carte (écart-type : 16,7°).

Les tests statistiques réalisés (ANOVA) ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives entre les 3 applications concernant l'erreur angulaire. Des tendances se dégagent, mais le faible nombre de sujets déjà passés réduit la puissance statistique disponible.

Atteindre une destination :

Le taux de réussite était de 67 % pour les applications Boutons et Radar et de 100 % pour l'application Carte.

Lorsque la tâche était réussie, le temps moyen pour atteindre l'objectif était marginalement supérieur pour l'application Carte (221 secondes) que pour les deux autres applications (114 s pour Boutons, 140 s pour Radar) (ANOVA : ns, $F(2, 11)=2,75$, $p=0,10$).

Questionnaire de satisfaction :

Les réponses au questionnaire SUS indiquent un temps d'apprentissage ou d'adaptation inférieur pour l'application Radar (73) par rapport aux deux autres applications (61 et 53). De même pour les questions concernant la facilité d'utilisation.

DISCUSSION

La première tâche effectuée en intérieur montre que les trois applications peuvent permettre à une personne aveugle de savoir où sont situés des points de référence. En situation réelle, les réponses étaient moins précises, probablement parce que les sujets se contentaient de calculer leur itinéraire en s'appuyant sur la position de 2 points parmi les 3, ce qui rend moins précis le recalage de la représentation mentale par rapport à la réalité. Une carte plus détaillée devrait ainsi améliorer les performances, en permettant à l'utilisateur de mettre à jour sa position plus finement grâce à des points d'intérêt supplémentaires que l'utilisateur peut rencontrer sur son itinéraire (bâtiments, places, etc.).

Il est à noter que l'apprentissage de la carte est probablement aussi important que la réalisation de la tâche elle-même. Dans l'expérience, cet apprentissage était très bref (2'). L'utilisation d'une carte numérique et tactile pourrait faciliter ce travail en amont, nécessaire à la constitution d'une carte mentale de qualité.

En ce qui concerne les techniques d'interaction, les résultats portent sur un nombre réduit de sujets pour l'instant et les tests statistiques réalisés ne permettent pas d'affirmer qu'une application soit meilleure qu'une autre, même si des tendances se dégagent. Nous pouvons cependant observer que l'application Radar semble être plus appréciée que les 2 autres, avec en particulier un meilleur score SUS.

BIBLIOGRAPHIE

1. Brock, A. Touch the map!: designing interactive maps for visually impaired people. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, 105 (2013), 9–14.
2. Farcy, R., Leroux, R., Jucha, A., Damaschini, R., Grégoire, C., and Zogaghi, A. Electronic travel aids and electronic orientation aids for blind people: Technical, rehabilitation and everyday life points of view. *CVHI Conference*, (2006), 12.
3. Golledge, R.G., Klatzky, R.L., and Loomis, J.M. Cognitive mapping and wayfinding by adults without vision. In *The Construction of Cognitive Maps*. 1996, 215–246.
4. Loomis, J.M., Golledge, R.G., and Klatzky, R.L. Navigation System for the Blind: Auditory Display Modes and Guidance. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 7, 2 (1998), 193–203.