

Guidage des sportifs non-voyants par audio spatialisé

Sylvain Ferrand, Matthieu Aussal, François Alouges,
CMAP, Ecole polytechnique, CNRS, Université Paris-Saclay, 91128, Palaiseau, France,
sylvain.ferrand@polytechnique.edu

Aujourd'hui de nombreuses personnes non-voyantes pratiquent la course à pied ou le roller sur piste avec un guide voyant, mais cette activité se heurte à différents obstacles pratiques et logistiques. En effet il est souvent difficile pour les clubs sportifs de mettre à disposition un guide valide pour chaque sportif déficient visuel, et par ailleurs, dans le contexte du sport de compétition, il est difficile de trouver des guides avec des capacités sportives suffisantes. Nous développons un dispositif qui permettra à ces sportifs de pratiquer ces activités de façon plus autonome et ainsi permettre à un plus grand nombre de personnes déficientes visuelles de pratiquer ces activités avec une assistance plus légère ou en autonomie totale.

Habituellement, athlètes déficients visuels et guides accompagnateurs sont reliés ensemble par un lien physique comme un bâton de relais ou un élastique, mais certains sportifs non voyants pratiquent également le roller ou la course à pied avec un guidage sonore. L'athlète suit alors son guide au bruit de ses pas, de ses rollers. Nous nous sommes inspirés de cette pratique pour développer notre système de guidage sonore. Muni du dispositif, l'athlète suit une source sonore virtuelle spatialisée par synthèse binaurale dans un environnement sonore virtuel. Le sportif a alors l'illusion de suivre un guide et suit le son de façon naturelle.

Localisation sonore et synthèse binaurale

Notre capacité à localiser une source sonore est liée à la différence de signal reçu par chaque oreille qui est interprétée par le cerveau. Il est possible de mesurer ou de simuler les fonctions transfert (appelées : Head Related Transfert Fonction - HRTF) qui caractérisent la façon dont les oreilles reçoivent un son d'un point dans l'espace. Ces fonctions de transferts peuvent ensuite être utilisées pour synthétiser un son spatialisé par convolution. Écoulé au casque, l'auditeur aura alors l'illusion que le son provient d'une direction spécifique. Cette capacité de localisation, permet aux personnes aveugles de suivre des personnes, simplement en entendant de bruit de leurs pas. De la même façon, nous cherchons à guider quelqu'un avec un son spatialisé généré en temps réel et écouté avec un simple casque. Le moteur de rendu sonore 3D temps réel développé par l'équipe est capable de fonctionner sur un système portable, embarqué et autonome (Visible figure 1).



Figure 1: Le prototype

Localisation temps réel

Le prototype s'appuie également sur nos travaux dans le domaine de la localisation indoor permettant de repérer la position du sportif en temps réel et avec une grande précision. Le système de localisation est principalement basé sur la technologie radio Ultra Wide Band (UWB) qui permet d'évaluer des distances en mesurant le temps de parcours d'ondes radios entre des balises. Suivant les besoins nous utilisons également de la fusion de données avec un capteur de flot optique et une centrale inertielle (IMU). Un système de positionnement par satellite différentiel (D-GNSS) peut également être utilisé en extérieur.

Nous devons également connaître l'orientation de la tête de la personne afin maintenir la source sonore dans une position fixe indépendamment des mouvements de la tête, comme dans une scène sonore réelle. Ces informations de position et d'orientation sont ensuite utilisées pour déterminer la position de la source sonore virtuelle et sélectionner le filtre binaural correspondant afin de générer le son adapté. Quand la personne avance, la source sonore virtuelle se déplace également afin de guider l'utilisateur le long du parcours.

Aspect sociétal et partenariats

Dans cette démarche, nous avons cherché à nous associer autant que possible avec des personnes déficientes visuelles, pour rester au plus proche de leurs besoins. Aussi, nous travaillons en partenariat étroit avec l'associations sportives d'aide aux personnes en situation de handicap Mixhandi, Cap'sur la vie (MCV).

Nous sommes notamment aidés par Stéphane Le Sueur (figure 2), sportif de haut-niveau aveugle qui pratique le roller en compétition guidé par un valide.



Figure 2: Stéphane Lesueur équipé du dispositif

Riche de ces partenariats, l'équipe cherche à mieux comprendre les techniques utilisées au quotidien par les personnes aveugles pour appréhender l'espace (écholocalisation, analyse de la réverbération de salle, etc.), enfin d'en tirer le meilleur profit pour réaliser un guidage efficace.

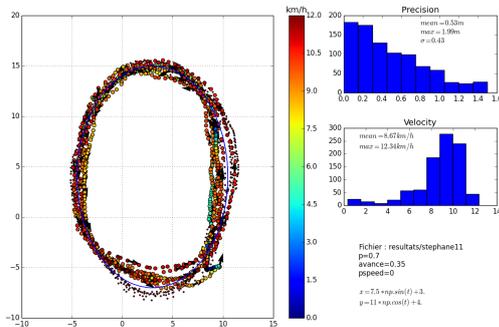


Figure 3: Exemple de trajet en boucle, réalisé à roller avec le dispositif

References

- [1] Aussal, M. (2014). Méthodes numériques pour la spatialisation sonore, de la simulation à la synthèse binaurale (Doctoral dissertation, Palaiseau, Ecole polytechnique).
- [2] MyBino Binaural Engine, Available from: <http://www.cmap.polytechnique.fr/xaudio/mybino> (date last viewed 19/03/18).
- [3] Albrecht, R., Vaananen, R., and Lokki, T. (2016). Guided by music: pedestrian and cyclist navigation with route and beacon guidance. *Personal and Ubiquitous Computing*, 20(1), 121-145.
- [4] Strachan, S., Eslambolchilar, P., Murray-Smith, R., Hughes, S., & O'Modhrain, S. (2005, September). GpsTunes: controlling navigation via audio feedback. In *Proceedings of the 7th international conference on Human computer interaction with mobile devices & services* (pp. 275-278). ACM.
- [5] Jones, M., Jones, S., Bradley, G., Warren, N., Bainbridge, D., & Holmes, G. (2008). ONTRACK: Dynamically adapting music playback to support navigation. *Personal and Ubiquitous Computing*, 12(7), 513-525.
- [6] Zwinderman, M., Zavialova, T., Tetteroo, D., & Lehouck, P. (2011, August). Oh music, where art thou?. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pp. 533-538). ACM.
- [7] Carrasco, E., Loyo, E., Otaegui, O., Fösleitner, C., Dubielzig, M., Olmedo, R., ... & Spiller, J. (2014, July). ARGUS autonomous navigation system for people with visual impairments. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons* (pp. 100-107). Springer International Publishing.

Conclusion

La pratique du sport par des personnes en situation de handicap visuel est un enjeu important. En effet, elle est encore plus importante qu'elle ne l'est pour les personnes valides puisqu'elle permet de lutter contre l'isolement social et d'améliorer la coordination et la motricité.

Notre prototype est régulièrement testé avec les sportifs des associations MCV et AccessiMecaSport. Il permet déjà de guider une personne non-voyante à roller dans un grand gymnase à environ 12km/h (Figure 3).

A terme, notre dispositif pourrait permettre à un plus grand nombre de personnes déficientes visuelles de pratiquer du sport, par exemple avec un seul accompagnateur pour tout un groupe. Il pourrait également faciliter la pratique de la compétition. Toutefois, de nombreuses pistes d'améliorations sont envisagées ainsi que des ouvertures à d'autres sports (karting, ski...). Enfin, la robustesse du module doit également être améliorée.

Ces recherches ont été récompensées par le prix «Handitec Trophy 2017» de BPI France et ont obtenu le soutien de la FEEDDH (Fédération Étudiante pour une Dynamique Études et Emploi avec un Handicap) dans le cadre de l'appel à projet «Innover pour le handicap sensoriel» .