

Ears Wide Open

Construire de meilleures aides auditives, ensemble

Matthieu Berjon

Rencontres Mondiales du Logiciel Libre - Beauvais

06 juillet 2015



Le projet

Créer des aides auditives (software puis hardware) performantes respectant les fondements du logiciel libre.

Définition et buts

Définition

Dispositif électroacoustique permettant de modifier un signal audio afin de réduire un handicap auditif perceptif.

Concrètement

Association d'un équipement dédié et d'un logiciel embarqué.

But

- 1 intelligibilité de la parole
- 2 qualité de vie quotidienne
- 3 écoute musicale

Overview

contraintes actuelles

- ▶ petite: Behind-The-Ear (BTE), In-The-Canal (ITC), Completely-In-Canal (CIC), ...
- ▶ légère
- ▶ faible consommation électrique (~ 1 milliampere)



(a) Starkey CIC



(b) GN resound BTE



(c) Phonak ITC

Figure: Different types of hearing aids and manufacturers

Limitations

Malgré une amélioration constante des systèmes ces dernières années, une aide auditive ne redonne pas une audition normale. Elle est limitée (entre autre chose) par :

- ▶ des challenges techniques (feedback, tuning, puissance de calcul, ...)
- ▶ des problèmes physiologiques (mauvaise sélectivité fréquentielle, perte de cellules ciliées, ...)

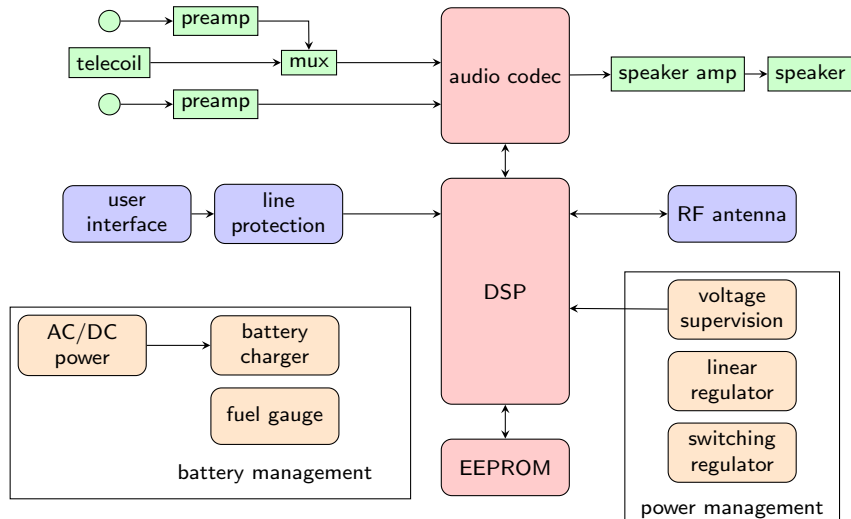
Apport du logiciel libre

- ▶ Transparence et ouverture du système,
- ▶ lien (potentiel) direct entre utilisateurs et développeurs,
- ▶ obsolescence nulle,
- ▶ interopérabilité,
- ▶ ...

Pourquoi est-ce nécessaire ?

- ▶ Prix du marché peu accessible (prix variant entre 300 et 3000 euros),
- ▶ Prise en charge par la sécurité sociale et les mutuelles peu efficace (remboursement jusqu'à 60% avec plafond)
- ▶ peu ou pas de contrôle sur ce que l'on achète
- ▶ obsolescence du matériel et du software
- ▶ fonctionnalités à efficacité parfois réduite (B. C. J. Moore, 2013)
- ▶ ...

Hardware



Hardware - Comment ?

Le champ des possibles est ouvert :

Logiciel uniquement et portage sur cible existante: smartphone.
exemple : projet BioAid.

Avantages :

- ▶ pas de hardware à développer
- ▶ machine puissante (comparé aux aides auditives classiques)
- ▶ beaucoup d'utilisateurs accessibles facilement

inconvénients :

- ▶ non libre
- ▶ pas d'ouverture du hardware
- ▶ différents portages à faire pour chaque Operating System (OS)
- ▶ Modifications et accès au hardware quasi impossible (beamforming...)

Hardware - Comment ?

Le champ des possibles est ouvert :

Utilisation d'un matériel "ouvert" existant type Raspberry Pi ou Arduino.
exemple: pas d'exemple à disposition.

Avantages :

- ▶ libre
- ▶ ouvert
- ▶ un seul portage à gérer
- ▶ possibilité d'adapter le hardware à nos besoins (ajout d'I/Os, ...)

Inconvénients :

- ▶ gestion des optimisations (batterie, ...)
- ▶ phase de développement et de tests plus longs

Hardware - Comment ?

Le champ des possibles est ouvert :

Pour les plus curieux : EarsLens

Système de transmission de l'information au tympan par fibre optique (Perkins et al., 2010)

Software - Comment ?

Le champ des possibles est ouvert :







- ▶ Approche mixte : signal et psycho,
- ▶ Acoustic sensing / deep learning : détection automatique de l'environnement et adaptation des paramètres en conséquence,
- ▶ calibration automatique : interface d'aide pour la mise en route et l'utilisation de l'appareil de manière autonome

En savoir plus ou participer ?

- ▶ earswideopen.net
- ▶ contact@earswideopen.net
- ▶ [#ewo \(geeknode.org\)](https://geeknode.org/#ewo)

Merci !!!

Bibliography I

-  Aazh, H., Moore, B. C. J. & Prasher, D. (2012, December). The accuracy of matching target insertion gains with open-fit hearing aids. *American Journal of Audiology*, 21, 175–180. doi:10.1044/1059-0889
-  Franks, J. R. (1982, January). Judgments of hearing aid processed music. *Ear Hear*, 3(1), 18–23.
-  Moore, B. C. J. (2013). Avenues for improvements in hearing aids. *British Society of Audiology: lunch and learn e-seminars*.
-  Moore, B. C., Füllgrabe, C. & Stone, M. (2011). Determination of preferred parameters for multichannel compression using individually fitted simulated hearing aids and paired comparisons. *Ear Hear*, 32(5), 56–568. doi:10.1097/AUD.0b013e31820b5f4c
-  Perkins, R., Fay, J., Rucker, P., Rosen, M., Olson, L. & Puria, S. (2010, May). The earlens system: new sound transduction methods. *Hearing Research*, 263(1-2), 104–113. doi:10.1016/j.heares.2010.01.012
-  van Buuren, R. A., Festen, J. & Houtgast, T. (1996). Peaks in the frequency response of hearing aids: evaluation of the effect on speech intelligibility and sound quality. *Journal of Speech and Hearing Research*, 39, 239–250.

Acronyms I

- ITC In-The-Canal
- CIC Completely-In-Canal
- BTE Behind-The-Ear
- AGC Automatic Gain Control
- DAC Digital to Analog Converter
- ADC Analog to Digital Converter
- DSP Digital Signal Processing
- OS Operating System

- ▶ **multichannel compression**: volume increased in specific frequency bands
- ▶ **Feedback reduction/cancelation**: increase of total gain without feedback
- ▶ **adaptive directional microphones**: spatial selectivity of a signal
- ▶ **noise reduction**: car, airplane, ...
- ▶ **bilateral co-ordination**: synchronisation and exchange of settings of the two aids (volume, compression, ...)
- ▶ **binaural beamforming**: true exchange of audio information between the two aids to pick up sound from specific directions
- ▶ ...

Prospective and conclusions

Some ways of improvements:

- ▶ Standard methodologies to measure the effectiveness of an hearing aid
- ▶ models of speech intelligibility and sound quality
- ▶ use of the **eyes gaze** in the beamforming technique
- ▶ **acoustic sensing** and deep learning for sound scene analysis and adaptation
- ▶ **automatic calibration**
- ▶ ...

- ▶ Accuracy of the gain matching with open-fit hearing aids (Aazh, Moore & Prasher, 2012)
- ▶ limited bandwidth effect (Franks, 1982; B. C. Moore, Füllgrabe & Stone, 2011)
- ▶ Ripple effect in the frequency response (van Buuren, Festen & Houtgast, 1996)
- ▶ compression speed
- ▶ envelop modulation