

AIDE TACTILE POUR SOURDS PROFONDS

Monsieur R. BRUN - Laboratoire de phonétique UCL - Londres
Monsieur G. CHALLIER - CCA-Wagram - Paris
Monsieur G. IMBERT - Laboratoire Automatismes - ENSAM - Paris

Le canal auditif des sourds profonds et totaux ne permet pas la réception des messages parlés même très amplifiés. Pour pallier cette déficience, un moyen de remplacement serait le bienvenu.

Que ce soit pour les implants cochléaires, pour l'utilisation des restes auditifs dans les basses fréquences, ou pour la stimulation d'un sens de substitution (vue ou toucher), le problème est toujours le même trouver un mode de représentation des informations qui soit compréhensible par le sourd.

Pour ce qui concerne le tactile, nous avons mis au point une cellule expérimentale associant lecture labiale et stimulations cutanées, pour évaluer différentes solutions envisageables.

CONTEXTE

Partenariat

Cette recherche fait suite à une étude effectuée en 1976 par l'ISMCM, le service ORL de Bobigny et celui de la Pitié-Salpêtrière. Ce dernier a relancé l'idée en 1987, avec la participation industrielle du CCA Wagram ; les travaux sont réalisés dans les laboratoires d'automatismes et de biomécanique de l'ENSAM et en relation avec le service ORL de la Fondation Rothschild.

La collaboration du Centre Augustin Grosselin pour les essais avec des enfants sourds, du CNET Lannion pour les développements informatiques concernant la parole, sont des aides précieuses, ainsi que le prêt **d'un système ALLAO** par Isabelle Guilliams.

Autres approches

L'ensemble des signaux émis par le locuteur constitue toujours le point de départ commun aux différentes approches du problème :

- d'une part, les mouvements faciaux associés à la phonation qui permettent la lecture labiale ;
- d'autre part, l'onde sonore, qui devra être transformée par l'appareil à concevoir pour être reçue par le sourd, et ainsi compléter la lecture labiale, qui reste insuffisante.

On veut classer les solutions envisagées suivant le canal utilisé pour transmettre l'information :

- . l'oreille n'est pas totalement abandonnée
- stimulation des restes auditifs dans les fréquences encore disponibles en adaptant le signal (FO, compression...) ;
- stimulations électriques de l'oreille interne, transmises par les implants cochléaires avec des signaux issus d'un banc de filtre ;

. la vue, qui sert déjà à la lecture labiale, est aussi sollicitée pour déchiffrer des codes lumineux (Autocuer de O. Cornett, lunettes de Upton ou de F. Destombes) ;

. le toucher peut lui aussi prétendre faire transiter des informations.

En détaillant un peu plus les solutions tactiles, on se rend compte qu'il existe des stimulations très différentes :

- 1 vibreur fréquence . amplitude ;
- quelques vibreurs lieu . fréquence . amplitude ;
- matrice de vibreurs forme . lieu. fréquence . amplitude

avec des localisations très variées :

- doigt, main, poignet, bras, thorax, dos, cuisse, nuque...

Historique

L'évolution des recherches dans ce domaine est très liée à celle des technologies.

Après la première prothèse auditive électromécanique conçue par Bell, qui déboucha sur l'invention du téléphone, Gault fut le premier à explorer la voie tactile.

Peu après, la visualisation de la parole grâce au sonogramme donne des espoirs pour les solutions visuelles. Mais c'est aussi à ce moment qu'on réalise la complexité du signal de la parole et de son décodage.

Dans les années 50, les nouvelles possibilités électroniques (filtres) redonnent de la vigueur aux études tactiles qui aboutirent à quelques appareils commercialisés (avec un ou deux vibreurs) et de nombreux prototypes de laboratoire.

Vingt ans plus tard, l'avènement de la micro-électronique permet la réalisation des premiers implants cochléaires.

Actuellement, le domaine des sciences de l'information vit un essor formidable avec l'apparition des puces de traitement du signal qui multiplie considérablement les possibilités, de la prothèse numérique à la reconnaissance de la parole. Cela explique le regain d'activité dans chaque branche, tactile compris.

ANALYSE DU PROBLEME

Pour le moment, les prototypes de prothèse fonctionnent techniquement mais ne donnent pas de résultats satisfaisants pour trois raisons majeures :

- signal de simulation trop complexe ;
- stimulation mal adaptée à la perception tactile ;
- apprentissage nécessaire trop long pour être suivi.

structure

la structure d'une prothèse tactile(mais aussi des autres prothèses présentées plus haut) peut se décomposer en trois modules :

- un module d'entrée qui traite le signal sonore pour en donner une image simplifiée ou plus adaptée ;
- un module de sortie qui stimule le sens choisi (électrodes, écouteurs, diodes, vibreurs ;;;, plus ou moins nombreux) ;
- un module intermédiaire qui code les dimensions obtenues à la sortie du premier module en dimensions existant sur le module de stimulation.

L'adéquation entre les stimuli tactiles proposés et les possibilités perceptives du sens du toucher est le facteur fondamental de la réussite.

Une bonne connaissance du récepteur tactile ne suffit pas si on ne se donne pas les moyens de l'exploiter avec un traitement du signal adéquat.

Stimulation du sens du toucher

La capacité de transmission d'informations du sens du toucher semble être le goulot d'étranglement ; mais il n'existe aucun moyen pour déterminer avec certitude la richesse d'un sens, car elle dépend avant tout :

- de la bonne adaptation des stimuli ;
- des méthodes d'apprentissage ;
- du temps passé à utiliser le code.

Les études très pointues sur les capteurs cutanés ont du mal à expliquer les performances des aveugles (leur vitesse de lecture peut dépasser 100 mots par minute), ou des sourds-aveugles avec le Tadoma.

On dispose d'un bon nombre de connaissances qui ne convergent pas vers une solution unique, il est donc difficile de savoir comment s'y prendre, mais il semble tout de même qu'il existe un débit tactile potentiel suffisant.

L'Optacon II a été retenu pour nos premiers essais pour la richesse des codages réalisables (de plus, il existe des études sur les performances qu'il permet chez les aveugles).

Traitement automatique de la parole

Parmi le grand nombre de traitements envisageables (FFT, Sonogramme, F0, F1, traits acoustiques, phonèmes...), nous avons choisi la reconnaissance phonétique de la parole qui permet de diminuer énormément la complexité du signal, et offre ainsi une plus grande liberté dans le codage.

Cette solution souffre d'un défaut majeur, elle n'existe pas, pas encore ? Nous aurons donc recours à la stimulation.

Codage

Nous avons fixé ce que nous voulions « écrire » (phonèmes), et ce sur quoi nous allions « écrire » (matrice de l'Optacon), mais il existe encore des milliers de façons de le faire, comme il existe de nombreux signes arabes, chinois ou français avec différentes typographies, différentes couleurs...

Il nous faut trouver des règles pour une bonne « lisibilité » en se basant sur les travaux antérieurs et en essayant plusieurs codages.

Matériel

Un système ordinateur + vidéoprojecteur, basé sur le système ALLAO (développé par I. Williams au CNET), branché sur un Optacon II (matrice tactile mise au point pour les aveugles) permet la stimulation de reconnaissance phonétique de la parole associée à la lecture labiale, en bénéficiant des possibilités d'ALLAO :

- richesse des tests ;
- reproductibilité
- interactivité, souplesse d'utilisation.

La mise au point de cette cellule va nous permettre d'aborder la question suivante : avec une reconnaissance phonétique parfaite, quels résultats pourrait-on atteindre et comment ?

Ces recherches n'en sont qu'à leur début, les expérimentations sont en cours. Les possibilités techniques actuelles devraient permettre de valoriser les potentialités du sens du toucher ; c'est pourquoi il est nécessaire de persévérer dans cette voie qui n'exige ni intervention chirurgicale, ni nerfs auditifs intacts, ni restes auditifs dans les graves.

BIBLIOGRAPHIE

- BACH-Y-RITA P., *Brain mechanism in sensory substitution* (72), Academic Press, New York and London.
- BEKESY G., « Similarities between hearing and skin sensations » (59), *The psychological review*.
- COLOMB E. and al., « Prothèse tactile de substitution : une démarche interdisciplinaire », *Bull. d'audiophonologie* (83), vol. 16, 784-821.
- DESTOMBES F., « Vers une aide automatique à la lecture labiale », *Bull. d'audiophonologie*, 1983, vol. 16, 774-783.
- GUILLIAMS L, ALLAO, *L'Ordinateur au service des déficients auditifs*, ORPHYS.
- KIRMAN J.H., « Tactile communication of speech : A review and analysis » (73), *Psychological Bull.*, 1973, 8a, 54-74.
- MERCIER G., BIGORGNE D., COZANNET A., « Recognition of speaker dependant continuous speech with Keal », *IEEE Proceedings Communication and signal processing* (89).

- REED C.M., DURLACH N.I. and BRAIDA L.D. (82), « Research on tactile communication of speech : A review », *ASFIA Monograph*.
- SHERRICK L.E., « Basic and applied research on tactile aids for deaf people : Progress and prospects », *J. Acoustic. Soc. Am.* 75 (5), May 84.
- VILACLARA G., *Traitement de la parole pour l'aide des sourds profonds*, Thèse n° 697, Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne, 1987.



Fig. 1 - Vue d'ensemble :

- . entrée : micro-ordinateur
- . sorties : - vidéodisque/moniteur
- plage tactile vibrante et affichage lumineux
simulant la plage tactile.



Fig. 2 - Détail des sorties :
- vidéodisque/moniteur
- plage tactile vibrante et affichage lumineux simulant la
plage tactile.