

ETUDE D'UNE AIDE TACTILE POUR SOURDS PROFONDS: IMPORTANCE DU CODAGE.

Rémi BRUN

CCA Alésia , 26 rue Jean Moulin, 75 014 Paris, France

ABSTRACT:

To study the best way to present speech information to the skin, we have focused on the coding part of the process. The code needs to be optimised according to two fields of constraints; those linked to the speech, the information to be transmitted, and those relying on the abilities of the receptive processor, the tactile sense. A way to assess a code has been implemented, emphasising the temporal resolution versus the size of the repertoire.

1. INTRODUCTION

Se proposer de transmettre des informations contenues dans la parole par le sens du toucher, c'est s'attaquer à un problème de transformation d'un signal défini, l'onde sonore de la parole, en un signal devant non seulement être senti tactilement, mais surtout compris par le sujet receveur.

Or il est clair que la simple transposition physique de la vibration de l'air, recueillie par un microphone, et transmise à un vibreur après amplification n'est pas suffisante (4). Il est donc nécessaire de réfléchir sur le moyen de coder l'information contenue dans le signal de parole en fonction des aptitudes spécifiques du receveur tactile. La question du codage n'est plus dépendante des supports physiques de la transmission, mais doit satisfaire au mieux à ces deux ensembles de contraintes:

- d'une part, l'ensemble des propriétés de l'information à

transmettre. Chacun sait, pour la parole, qu'il existe un grand nombre de connaissances sur la manière dont elle est construite: structures, hiérarchies, éléments, prosodie, redondance, variabilité, vitesse...

- d'autre part, l'ensemble des propriétés caractérisant l'acquisition et le traitement d'information par le receveur stimulé. Les études sur la perception tactile sont moins nombreuses que celles sur la vue ou l'ouïe, mais il existe tout de même un savoir éparpillé: perception en fréquence, amplitude, localisation, orientation, forme, en fonction du temp, phénomènes de déformations liés au masquage, à la sommation, au mouvement apparent,... Par ailleurs, l'étude d'autres systèmes de traitement de l'information comme la vision ou l'audition peut fournir des renseignements précieux sur les moyens utilisés pour simplifier la tâche de compréhension.

Concevoir une prothèse tactile pour transmettre des informations de la parole, c'est essayer de trouver un codage intégrant au mieux ces deux champs de contraintes qui sont parfois contradictoires. Avant de chercher à trouver une bonne solution, il est nécessaire de croire que certaines solutions sont meilleures que d'autres. L'exemple de la lecture tactile pour les aveugles est encourageant. Avant la création du code Braille, on utilisait pour transmettre l'écriture alphabétique sur une feuille cartonnée standard un principe de lettres normales imprimées en relief. Louis Braille a

proposé un autre code, présentant la même information avec la même méthode de stimulation: le Braille à 6 points qui s'est révélé bien plus performant.

Dans notre cas, penser que des codes sont meilleurs que d'autres ne suffit pas si l'on ne dispose pas de moyens simples de réaliser cette évaluation. S'il faut que des échantillons représentatifs de sujets aient suivi suffisamment d'entraînement, pour avoir une idée de la qualité de la compréhension de la parole permise par différents codes, l'étude risque d'être très lente à donner des résultats exploitables. Par contre, des comparaisons très simples et très rapides peuvent ne pas refléter les performances possibles à long terme.

2. ETUDE

Nous avons commencé une étude avec un code donné (fig 1), défini en essayant de respecter les contraintes liées à la structure de l'information à transmettre ainsi que celles dictées par les propriétés du receveur tactile. Nous avons essayé d'utiliser des tests d'évaluation simples et pouvant être passés rapidement après le début de l'entraînement pour se faire une idée des qualités du code par rapport à celles visées lors de sa conception.

3. TESTS

Deux tests principaux:

- Test 1: phonème isolé.

Identification d'un stimulus parmi 16 ou 20 consonnes, les 12 voyelles ou tous les phonèmes réunis; ce test donne une bonne indication sur les distances entre les stimuli ainsi qu'une appréciation générale du pourcentage de confusion.

- Test 2: triphonème

Test d'identification d'un phonème parmi 3 présentés successivement. Le premier phonème est sujet au masquage arrière, c'est à dire à la que son identification devient plus difficile à cause de la présence de

stimuli qui suivent proche dans le temps.

Le troisième est sujet uniquement au masquage avant, comme le masquage arrière mais avec le masqueur présenté avant le stimulus.

Le second est sujet aux deux masquages combinés et est donc celui dont la reconnaissance subit la plus sévère dégradation.

4. MATERIEL

Les expériences ont été réalisées sur une cellule expérimentale (3) construite autour d'un vidéoelecteur piloté par ordinateur. On a ainsi la possibilité d'associer à chaque séquence de parole enregistrée sur le vidéodisque (image + son) les stimuli tactiles définis par le code. Des exercices de reconnaissances en tactile accompagné ou non de lecture labiale sont alors gérés par l'ordinateur.

Il est important de noter que le code est édité de façon manuelle, le traitement de la parole ainsi effectué n'étant qu'une simulation, laissant pour le moment de côté le problème de la réalisation technique en temps réel.

Le système tactile utilisé pour stimuler le doigt était un OptaconII relié à l'ordinateur par une liaison RS232. Cet appareil permet de dessiner les dessins voulus sur une matrice de 100 picots (20*5) vibrant à la fréquence constante de 230 Hz, et dont l'amplitude ne peut être réglée que par un potentiomètre extérieur.(1)

Six sujets ont suivi ces expériences:

- A) 2 sujets adultes entendants ont suivi environ 20 heures d'entraînement.
- B) 4 sujets enfants sourds (13-15 ans) ont suivi environ 40 heures d'entraînement.

4. RESULTATS

La première observation importante concerne les sujets et la rapidité de leurs progrès. Alors qu'il fallait 40 heures au sujets B pour parvenir à des résultats n'excédant pas 80% au test1, les sujets A sont arrivés à 90% en moins de 3 heures (2,3). Il semble cependant que la nature des erreurs est la même pour les 2 tests; on peut donc penser que des améliorations du code sensibles pour les sujets A le seront aussi pour les sujets B, et ainsi se concentrer sur des études avec les sujets A qui seront beaucoup plus rapides.

Les résultats du test1 nous renseignent de façon très précise sur le taux de confusion relatif à un code, ainsi que sur les confusions les plus fréquentes, nous permettant de localiser les sources d'erreurs et d'essayer d'y remédier.

Mais des résultats proches de 100% ne sont pas une preuve suffisante de la qualité du code, et c'est là que le test 2 intervient. La dégradation générée par le masquage est très nette.

sans masquage: 90% (test1)

1er 50% ; masquage arrière
2ème 35; masquage avant et arrière
3ème 65% ;masquage avant

Il nous semble donc que c'est à ce niveau d'intégration temporelle qu'il faut travailler. Le test 2 peut être réalisé après une dizaine d'heures de pratique, et il permet d'enregistrer l'influence de l'entraînement sur les performances. Après 20 heures les sujets A obtenaient les résultats suivants: 1er (70%); 2ème (50%); 3ème (85%); mettant en évidence les possibilités de progrès.

Nous comptons créer un nouveau test du même type, mais où les stimuli pourraient être plus significatifs, pour évaluer la possibilité d'apprendre à reconnaître des

groupements de stimuli, formant des mouvements complexes. Un test syllabique, (inspiré d'un exercice sur l'identification de nombres entre 1 et 100 présentés phonétiquement qui avait fait apparaître l'importance de ces super-unités), est en cours de conception.

6. CONCLUSION

Dans cette étude se concentrant sur la question du codage, nous comptons persévérer dans la mise au point de tests qui permettront une évaluation rapide des qualités d'un code. La formule qui donne le débit d'informations en fonction de la taille du répertoire (R) et du nombre de stimuli perceptibles par seconde (N):

$$\text{Débits (bauds)} = N \times \ln_2(R)$$

reflète bien l'importance de N par rapport à R.

Cette démarche n'est d'ailleurs pas réservée à la prothèse tactile pour sourds, et peut s'appliquer à d'autres études, soit avec un récepteur différent (oeil, cochlée,...) soit avec des informations différentes (feedback sensoriel pour les orthèses orthopédiques...)

7. BIBLIOGRAPHIE

- [1] BLISS (66) "Tactile perception of sequentially presented patterns" *Percept. & Psycho.* 1 125-130
- [2] BRUN, R.P., CHALLIER, G., IMBERT, G. (90) "Etude d'une aide tactile pour sourd profond" *XV Congrès de Biomécanique, ENSAM Cluny 90*
- [3] BRUN R.P., CHALLIER G., IMBERT G. (91) "Study of a tactile aid for the deaf: simulation on an experimental set (computer, videoplayer, OptaconII)" *1st Eur. Conf. on Biomedical Engineering, Nice 91.*
- [4] GAULT, R.H. (1924) "Progress in experiments in tactile interpretation of oral speech" *J. Abnorm. Soc. Psych* 14, 155-159

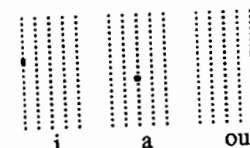
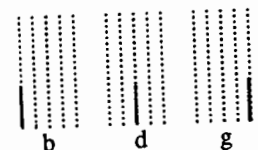
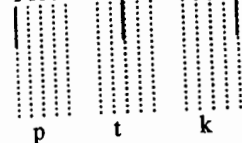
Consonnes

Voyelles

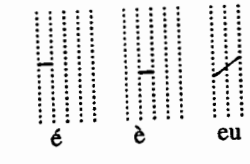
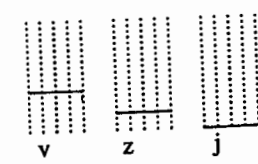
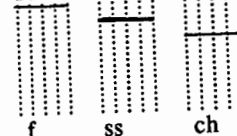
Non voisées

Voisées

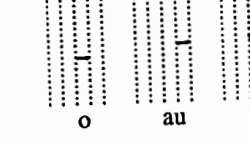
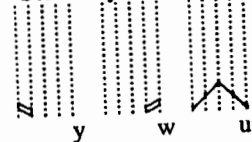
Plosives



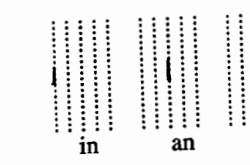
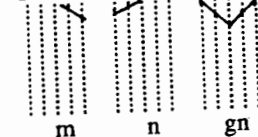
Fricatives



Semi-voyelles



Nasales



Liquides

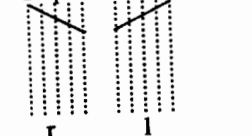


figure 1: Code utilisé dans cette étude. Il a été construit en essayant de respecter les contraintes liées aux propriétés de l'information à transmettre, la structure phonétique de la parole, et celles relevant des caractéristiques perceptives du récepteur tactile, allant du capteur aux capacités de traitement de l'information évolué.