

Caractérisation de mouvements orofaciaux de parole par électromyographie haute densité

Cadre : Les muscles de notre visage ont de multiples fonctions et sont très fréquemment sollicités au cours de la journée pour réaliser, tour à tour, des expressions faciales liées à des réactions émotionnelles (peur, colère, ...) ou à des signaux sociaux intentionnels (ironie, incompréhension, ...) [1], des mouvements liés à l'alimentation (mastication, succion, déglutition, ...)[2] ou encore des mouvements liés à la production de parole [3].

Différentes problématiques scientifiques sont liées à l'étude de ces activités musculaires oro-faciales : Certaines études visent à détecter des activités extrêmement faibles, proches du niveau de bruit, de façon à mettre en évidence la présence d'infimes mouvements (mimétisme lors de la perception d'expressions faciales, production de parole intérieure lors de ruminations mentales, ...) [4]. D'autres études visent à comprendre et caractériser la coordination des muscles orofaciaux (en force et en timing) pour produire ces différents mouvements, et comment cette coordination se développe chez l'enfant ou peut dysfonctionner dans différents troubles ou maladies (bégaiement, maladie de Parkinson, dystrophie myotonique, injections de Botox, ...) [5]. D'autres études encore s'intéressent à la reconnaissance automatique de patterns d'activité musculaire de façon à animer en temps réel un avatar expressif [6], reconnaître et re-synthétiser de la parole silencieuse (articulée mais non vocalisée) [7] ou encore contrôler des prothèses (larynx artificiel) [8].

La technique d'électromyographie permet de capter ces activités musculaires orofaciales sous forme de signaux électriques, à partir d'aiguilles médicales, d'électrodes de surface, ou plus récemment de matrices d'électrodes (électromyographie haute densité, ou HD-sEMG) [9].

Projet : Le stage proposé ici vise à appliquer cette dernière technique d'électromyographie haute densité à la détection et la caractérisation d'activités musculaires orofaciales lors de production de parole 1-oralisée, 2-silencieuse, et 3- imaginée intérieurement. Cette technique pourrait en effet, permettre de mieux détecter de très faibles activités musculaires, comparée à quelques arrangements bipolaires d'électrodes qui ont un volume de détection et une sélectivité spatiale réduits (risque de variabilité dans le positionnement). Elle devrait également permettre, couplée à des techniques de séparation de source, de mieux comprendre l'implication de chaque muscle dans ces mouvements, là où pour l'instant le maillage et recouvrement entre muscles péri-oraux posent d'importants problèmes de diaphonie entre différentes paires d'électrodes proches.

Pour cela, une première partie du stage consistera à enregistrer une base de données HD-sEMG avec un ensemble de mouvements orofaciaux de base, recrutant des muscles les plus distincts et de façon la plus isolée possible, ainsi qu'un ensemble de mouvements de parole, pour un nombre limité de participants. La seconde partie du stage visera à chercher et comparer différentes techniques de traitement du signal et de séparation de source sur la base de données des mouvements de base, de façon à isoler chaque muscle orofacial et pouvoir ensuite détecter et caractériser leur activité lors des mouvements complexes de parole.

Profil recherché : Ce projet requiert des compétences préalables en programmation et traitement du signal. Des compétences en électronique peuvent également être un plus, de même qu'une sensibilité expérimentale et un intérêt pour des problématiques liées à l'humain (santé, cognition).

Contacts : maeva.garnier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr ; Ladislav.nalborczyk@gipsa-lab.grenoble-inp.fr ; sofiane.boudaoud@utc.fr ; ronald.phlypo@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

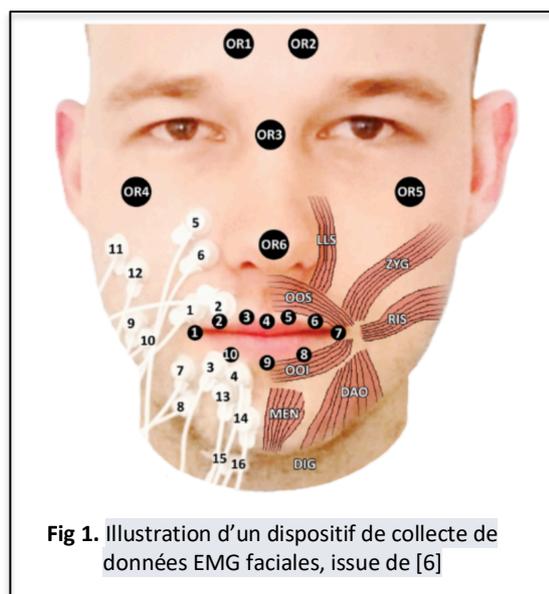


Fig 1. Illustration d'un dispositif de collecte de données EMG faciales, issue de [6]

Références :

- [1] Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Environmental psychology and nonverbal behavior*, 1(1), 56-75.
- [2] Zhu, M., Yu, B., Yang, W., Jiang, Y., Lu, L., Huang, Z., et al. (2017). Evaluation of normal swallowing functions by using dynamic high-density surface electromyography maps. *Biomedical engineering online*, 16(1), 133.
- [3] Schumann, N. P., Bongers, K., Guntinas-Lichius, O., & Scholle, H. C. (2010). Facial muscle activation patterns in healthy male humans: A multi-channel surface EMG study. *Journal of neuroscience methods*, 187(1), 120-128.
- [4] Nalborczyk, L., Perrone-Bertolotti, M., Baeyens, C., Grandchamp, R., Polosan, M., Spinelli, E., ... & Løevenbruck, H. (2017). Orofacial electromyographic correlates of induced verbal rumination. *Biological Psychology*, 127, 53-63.
- [5] Garnier, M., Bouhake, S., & Jeannin, C. (2014). Efforts and coordination in the production of bilabial consonants. *Proceedings of ISSP, Cologne*.
- [6] Eskes, M., Balm, A. J., van Alphen, M. J., Smeele, L. E., Stavness, I., & van der Heijden, F. (2018). Simulation of facial expressions using person-specific sEMG signals controlling a biomechanical face model. *International journal of computer assisted radiology and surgery*, 13(1), 47-59.
- [7] Wand, M., Schulte, C., Janke, M., & Schultz, T. (2013, February). Array-based Electromyographic Silent Speech Interface. In *Biosignals* (pp. 89-96).
- [8] Goldstein, E. A., Heaton, J. T., Kobler, J. B., Stanley, G. B., & Hillman, R. E. (2004). Design and implementation of a hands-free electrolarynx device controlled by neck strap muscle electromyographic activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 51(2), 325-332.
- [9] Lapatki, B. G., Oostenveld, R., Van Dijk, J. P., Jonas, I. E., Zwarts, M. J., & Stegeman, D. F. (2006). Topographical characteristics of motor units of the lower facial musculature revealed by means of high-density surface EMG. *Journal of neurophysiology*, 95(1), 342-354.