



Activités musculaires orofaciales en production de parole

Cadre : La production de parole fait appel à une multitude de muscles, dont une dizaine sur le pourtour des lèvres (Hjortsjö, 1970). Diverses études ont déjà documenté leur anatomie et leur implication dans différents mouvements orofaciaux (Folkins, 1976 ; Lapatki et al., 2006). Il a été établi, en particulier, que très peu de ces muscles sont recrutés isolément, mais que la plupart fonctionne plutôt en synergie (Ekman et Friesen (1976)). Plusieurs travaux ont ainsi pu caractériser les patterns musculaires orofaciaux liés à la production de différents sons de parole (Schumann et al., 2010 ; Eskes et al., 2017), dans le but de développer des modèles biomécaniques de contrôle des lèvres (Nazari, 2011 ; Stavness et al., 2013) permettant ensuite d'animer des avatars (Eskes et al., 2018), ou dans le but d'entraîner des systèmes de reconnaissance automatique de la parole articulée silencieusement (Wand et al., 2013).

Question: La plupart de ces études antérieures, modèles et systèmes, se sont basés sur de la parole « confortable », produite avec un niveau d'effort moyen correspondant à une situation usuelle d'interaction face à face. Le but de ce projet est d'étudier comment ces patterns d'activation musculaire oro-faciale varient avec l'effort articulatoire, pour une parole produite d'un niveau murmuré (hypo-articulée) à crié (hyper-articulée). La question se pose, en particulier, de savoir si les synergies musculaires sont relativement conservées à travers les conditions expérimentales (par analogie, lorsque l'on passe de la marche à la course ; Cappellini, et al., 2006), ou si elles sont significativement réorganisées.

Projet : Concrètement, le stage se basera sur une base de données pré-existante de signaux électromyographies (EMG) de surface, acquis de façon synchrone avec le déplacement des lèvres (extrait à partir de vidéos ultra-rapides calibrées) et du signal acoustique. La base de données est constituée de productions de consonnes occlusives labiales (/p/, /b/) de 20 locuteurs, avec des efforts articulatoires croissants. Le travail consistera à extraire différents descripteurs de ces signaux dans les différentes phases du mouvement, sous Matlab ou Python, puis d'étudier leur covariation en fonction du niveau d'effort articulatoire. Des analyses statistiques seront conduites à l'aide du logiciel R, pour étudier les tendances générales au niveau du groupe mais aussi les éventuelles différences de stratégie individuelle. Ce travail devrait déboucher sur la rédaction d'un article scientifique auquel l'étudiant:e sera associé:e.

Compétences requises : Compétences en programmation et en traitement du signal, intérêt pour l'humain, la biomécanique et le contrôle moteur.

Compétences développées pendant le stage: Connaissances théoriques en physiologie de la face et en contrôle moteur de la parole; Développement de compétences sur l'analyses de signaux physiologiques (en particulier des signaux cinématiques et EMG), en programmation (Matlab ou Python) et en analyses statistiques.

Encadrement : Le projet sera encadré au GIPSA-lab par Maëva Garnier, chercheuse en sciences de la parole, et Julien Frère, chercheur en biomécanique.

Références :

- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1976). Measuring facial movement. *Environmental psychology and nonverbal behavior*, 1(1), 56-75

- Cappellini, G., Ivanenko, Y. P., Poppele, R. E., & Lacquaniti, F. (2006). Motor patterns in human walking and running. *Journal of Neurophysiology*, 95(6), 3426-3437.
- Eskes, M., van Alphen, M. J., Balm, A. J., Smeele, L. E., Brandsma, D., & van der Heijden, F. (2017). Predicting 3D lip shapes using facial surface EMG. *PLoS One*, 12(4), e0175025.
- 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.
- Folkins, J. W. (1978). Lower lip displacement during in-vivo stimulation of human labial muscles. *Archives of oral biology*, 23(3), 195-202.
- Hjortsjö, C. H. (1970). Man's Face and Mimic. *Language*.
- 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.
- 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.
- Nazari, M. (2011). *Modélisation biomécanique du visage: étude du contrôle des gestes orofaciaux en production de la parole*(Doctoral dissertation, Université de Grenoble)
- Stavness, I., Nazari, M. A., Perrier, P., Demolin, D., & Payan, Y. (2013). A biomechanical modeling study of the effects of the orbicularis oris muscle and jaw posture on lip shape.
- Wand, M., Schulte, C., Janke, M., & Schultz, T. (2013, February). Array-based Electromyographic Silent Speech Interface. In *Biosignals* (pp. 89-96).