

Développement d'une méthode d'analyse acoustique de la toux

Sofiana MOOTASSIM-BILLAH⁽¹⁾

Jean SCHOENTGEN⁽²⁾

Dirk VAN GESTEL⁽³⁾

(1) Speech Therapy Unit; Department of Radiation Oncology ; Institut Jules Bordet

(2) BEAMS (Bio-, Electro- And Mechanical Systems) ; Université Libre de Bruxelles

(3) Department of Radiation Oncology; Institut Jules Bordet

Cette soumission présente le développement d'une méthode d'analyse acoustique de la toux. L'objectif est de découvrir des indices acoustiques traduisant l'efficacité de la toux comme mécanisme de protection des voies respiratoires chez des patients avec une tumeur tête et cou à risques de dysphagie (troubles de la déglutition) et d'inhalations pulmonaires après une radiochimiothérapie.

La littérature suggère qu'une toux saine est une séquence composée d'une détente puis, d'un bruit de turbulence dû au jet d'air traversant la glotte et les structures supraglottiques, suivi d'un bruit de basse fréquence généré par le flux d'air modulé par la vibration des vraies et/ou fausses cordes vocales ou des plis aryépiglottiques [1-3]. Notre analyse temporelle des émissions de toux saines suggère que cette séquence est idéalisée car ces trois sous-segments ne sont pas forcément séquentiels.

L'analyse temporelle proposée repose sur le contour d'énergie du signal et le contour de l'entropie d'échantillon (Fig.1). Celle-ci rapporte le « désordre » dans le signal augmentant avec le bruit de turbulence et diminuant avec la proportion de son généré par la vibration mécanique. Les deux contours sont échantillonnés à 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% et 95% de la durée du signal. Les indices d'énergie récoltés sont les valeurs relatives (0 à 1) obtenues en divisant la valeur locale par l'énergie totale. Aussi, les sons de toux sont décomposés en plusieurs bandes fréquentielles à l'aide d'un banc de filtres afin de caractériser l'évolution du signal dans chaque bande (Fig.2).

A l'aide d'un microphone acoustique, nous avons récolté par sujet 5 toux volontaires, 5 hemmages volontaires, 2 toux réflexes, et 2 voyelles soutenues auprès de 22 participants âgés entre 24 et 51 ans. Les échantillons sont pré-segmentés manuellement. La segmentation finale est automatique.

La durée moyenne d'une toux volontaire est de 0.29 sec. Les valeurs relatives moyennes du contour d'énergie aux dix instants retenus sont les suivantes: 0.118, 0.136, 0.091, 0.062, 0.057, 0.058, 0.07, 0.067, 0.048, 0.034. Les valeurs relatives moyennes de l'entropie d'échantillonnage sont : 0.682, 0.878, 0.888, 0.926, 0.917, 0.827, 0.649, 0.548, 0.455, 0.417. Le contour d'énergie relative est également rapporté par bande spectrale. L'analyse factorielle en composantes principales des indices des deux contours permet d'extraire 9 facteurs. Le groupage automatique distingue 3 groupes de sujets, départagés selon l'énergie relative des vibrations mécaniques. L'objectif final est d'exploiter ces indices afin de caractériser la toux de sujets normaux et de patients dysphagiques.

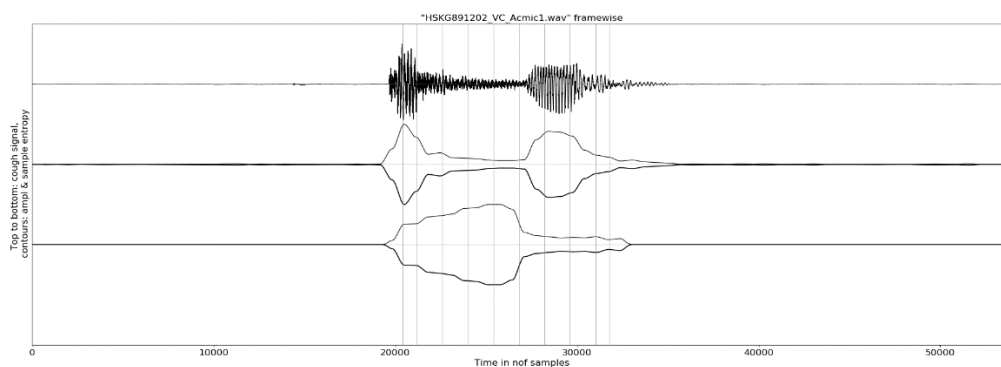


Fig. 1 : Une émission de toux volontaire: le signal de toux original, le contour d'énergie relative, le contour d'entropie d'échantillon (de haut en bas).

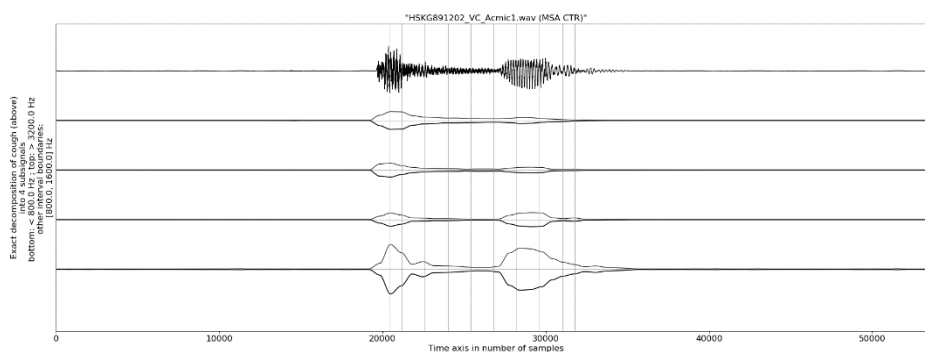


Fig. 2. : Une émission de toux volontaire: le signal de toux original, contour d'énergie relative du signal de toux en 4 sous-signaux (de haut en bas). L'exemple montre une énergie relative importante aux basses fréquences (<800Hz, sous-segment dit "voisé") en début et en fin d'émission ainsi qu'une énergie relative importante aux hautes fréquences (>3200 Hz) au début de l'émission (relaxation soudaine du sphincter laryngé et pression d'air pulmonaire élevée)

Références bibliographiques

1. Lee, J. Y., Kim, D.-K., Seo, M. S., Kang, S. H (2014). Usefulness of the Simplified Cough Test in Evaluating Cough Reflex Sensitivity as a Screening Test for Silent Aspiration. *Ann Rehabil Med*, 38(4), 476-484.
2. Fontana, G. A. & Widdicombe, J. (2007). What is cough and what should be measured? *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*, 20, 307-312.
3. Tsai, C.-G, Wang, L.-C., Wang, S.-F., Shau, Y.-W, Hsiao, T.-Y & Auhagen, W. (2010). Aggressiveness of the Growl-Like Timbre: Acoustic Characteristics, Musical Implications, and Biomechanical Mechanisms. *Music Perception*, 27(3), 209-221.