一般口演 4

舌骨上筋群の表面筋電位を用いた舌運動の識別とその可視化法

Classification and visualization method of tongue motions
using EMG signals of suprahyoid muscles

○佐々木誠¹⁾, 大西康平¹⁾, 中山 淳²⁾, 柴本 勇³⁾, 鎌田勝裕⁴⁾

Makoto Sasaki¹⁾, Kohei Onishi¹⁾, Atsushi Nakayama²⁾, Isamu Shibamoto³⁾, Katsuhiro Kamata⁴⁾

¹⁾ 岩手大学大学院工学研究科

²⁾ 一関工業高等専門学校制御情報工学科

³⁾ 国際医療福祉大学保健医療学部

⁴⁾ 株式会社パターンアート研究所

¹⁾ Iwate University

²⁾ Ichinoseki National College of Technology

³⁾ International University of Health and Welfare

⁴⁾ Pattern Art Laboratory Co., Ltd.

I. 目 的

平成23年度に、肺炎が我が国の死因第3位となった。肺炎による死亡者のうち9割以上が高齢者で、その約半数は嚥下障害による誤嚥性肺炎が原因とされている。また、75歳以上の高齢者の30%に嚥下障害があると言われており、国内の患者数は少なくとも70～80万人が見積もられている。高齢化社会に直面した我が国において、このように深刻化した嚥下障害への対応は急務である。

嚥下障害のリハビリテーションには、食べ物を用いた直接的な訓練と、食べ物を用いない間接的な訓練がある。このうち、間接訓練の一つに、舌を左右上下に突き出す、口蓋に押し付けるなどの様々な舌運動によって、舌の可動域、筋力、協調性、食べ物の移送機能などの改善を図る舌運動訓練がある¹⁾。しかしながら、舌運動訓練は単調であるうえ、訓練効果を定量化し、本人へ提示することが難しいため、本人のやる気を維持しつつ継続的に訓練を実施することは困難である。そこで著者らは、舌の訓練動作でPC上のゲームを操作し、楽しく遊びながら嚥下機能の改善と、訓練効果の定量化を行う新しい訓練支援システムの開発を進めている²⁾。

本研究では、舌骨上筋群のEMG信号から舌の訓練動作や嚥下動作を識別し、リアルタイムにその状態を可視

化する手法を提案する。

II. 方 法

1. 舌運動の識別法

1) 被験者

被験者は、舌の運動機能が正常な健康成人男性5名(22.2±1.3歳, 169.7±7.4 cm, 61.0±11.3 kg, mean ± SD)とした。

2) EMG計測

舌骨上筋群のEMG信号を計測するために、フレキシブル基板を用いて開発した22チャンネルアクティブ電極を、各被験者の顎下部に貼り付けた。また、アース電極とアクティブコモン電極を、耳クリップを用いて左右の耳朶に取り付けた。そして、22チャンネルアクティブ電極を構成する各電極とアクティブコモン電極との電極間電位差を、差動増幅器を用いて2,052倍に増幅した後、サンプリング周波数2,000 HzでPCに取り込んだ。

計測した舌の訓練動作は、口を開いた状態で舌尖を右、左、上、下へと口腔外に突き出す4動作、ならびに唾液嚥下の合計5動作とした。舌の動作時間は約2秒とし、各動作の間に2秒の安静時間を設けた。計測回数は5動作×14セットとした。

図1 EMG 信号を用いた舌運動の識別精度

3) 識別方法

22チャンネルのEMG信号から、振幅に関する特徴量 Root mean square (RMS) と、パワースペクトルの包絡形状に関する特徴量 Cepstrum coefficient (CC) をそれぞれ抽出し、特徴ベクトルを構成した。その後、パターン分類器の一つであるサポートベクターマシン (SVM) を用いて、EMG信号の特徴ベクトルから各動作を分類する識別関数を、被験者ごとに作成した。識別関数の作成には、14セットのEMG計測データのうち、最初の4セットを用い、残りの10セットは本手法による識別精度の評価に用いた。

2. 舌運動の可視化法

舌運動を可視化するために、3次元CGソフトウェア (Poser 9, Smith Micro Software Inc.) を用いて、舌モデルを作成した。さらに、Visual Studio 2008 Professional Edition (Microsoft Co., Ltd.) を用いて、舌モデルをマウス操作によってリアルタイムに制御するためのソフトウェアを作成した。

実験では、舌運動の識別実験と同様に、舌尖を右、左、上、下へと突き出す4動作、ならびに唾液嚥下の合計5動作を4セット計測し、SVMによる個人データの学習を行った。その後、舌骨上筋群のEMG信号から識別した舌尖の向きを、DAQユニット (USB-6218, National Instruments Co.) と入力支援装置 (らくらくマウス II Wireless, KoKoTo STEP) を用いて、左右上下方向に対するマウスポインタの移動に対応付けた。また、嚥下動作は、約1～3分に一度の頻度で無意識に行われるため、ノイズキャンセルという位置付けで、マウス操作との対応付けは行わなかった。このような条件のもと、被験者の舌の動作に応じて、舌モデルをリアルタイムに制

図2 EMG 信号を用いた舌運動の可視化

御できるかどうか、実験により検証を行った。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 舌運動の識別結果

被験者5名に対する全5動作の識別精度の平均値と標準偏差を図1に示した。いずれの動作も92%以上の識別精度を示し、5動作の平均では95.3±2.6%となった。舌骨上筋群は、舌の形状や位置を直接的に制御する筋ではなく、舌運動に応じて舌骨の位置を適切に制御する筋であるが、本結果より、舌骨上筋群のEMG信号から、95%以上の精度で舌の訓練動作や唾液嚥下を識別できることが示された。

2. 舌運動の可視化結果

舌骨上筋群のEMG信号から舌の訓練動作を識別し、その状態を可視化した結果を図2に示した。図中の左側が実際の舌運動、右側が舌のアニメーションの様子である。この結果、内舌筋により制御される複雑な舌の形態までは詳細に再現することはできなかったが、被験者が行った舌の訓練動作を舌骨上筋群のEMG信号からリアルタイムにアニメーション表示できることは示された。今後は、本手法を利用したリハビリテーション支援や訓練効果の評価法について更なる検討を行う予定である。

Ⅳ. 参考文献

- 1) J.A. Logemann. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 2nd ed., Pro-Ed, Austin, TX, 1998.
- 2) Sasaki M, et al. Tongue Motor Training Support System. Proc of IEEE EMBC' 14 2014; 3582-3585.