

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

口腔咽喉音のケプストラム分析に基づく爆笑計の識別率向上に関する研究

研究分担者 松村 雅史 大阪電気通信大学大学院 医療福祉工学研究科 教授

研究要旨

本研究では、笑い測定計等の客観的指標による妥当性検討を行うことで笑いの質問紙調査の質の高い分析を行うために、笑いの回数と時間を測定する爆笑計の識別率向上を行った。爆笑時の口腔咽喉音のケプストラム分析により笑い声の基本周波数を推定し、日常生活や軽い体操時の体動に伴う雑音、咳などと識別可能な特徴量を見出した。ワイヤレスでモニタリング可能なシステムの試作を行い、爆笑計の識別率が向上した。

A. 研究目的

近年、笑いなどのポジティブな心理的介入が注目されており、ストレス低減、糖尿病の重症化予防などの生活習慣病予防の有用性を示すビッグデータの分析に基づくエビデンスが求められている。このビッグデータの収集は主に笑いなどのポジティブな心理的因子に関する質問紙調査により行い、この質問紙調査ならびに分析の質を向上させるためには、笑い測定計等の客観的指標による妥当性の検討が必要である。

本研究では、日常生活における爆笑を無意識・無拘束にモニタリングすることを目的とし、これにより笑いの客観的指標を得ることができる。日常生活や軽い体操時の笑いを測定するために、周囲雑音に対して頑健で、四肢を拘束しない咽喉マイクロフォンにより笑いを検出する。従来、体動に伴う雑音や咳などが笑いの識別率を低下させていたため、口腔咽喉音に対してケプストラム分析を行い笑いの識別率向上を行う。

B. 研究方法

頸部にマイクロフォンを装着することで口腔咽喉音を計測しているが、体動に伴う音、咳なども含まれており、時間的特徴が類似する場合、爆笑と誤検出することが解決すべき課題である。ワッハッハという笑い声は声帯振動を伴う有声音であり、多くの場合、母音/a/が含まれる。この有声音である特徴を代表的な音声分析法であるケプストラム分析により笑いを識別する方法を開発する。ケプストラム分析は口腔咽喉音をフーリエ変換して得られたパワースペクトルの対数を取り、さらに逆フーリエ変換して、声帯特性（基本周波数）と声道特性を分離する方法である（図1）。本研究では有声音と無声音の識別、笑い声の基本周波数を推定する。

被験者 20 代男性 8 名、女性 2 名についてお笑いのビデオ鑑賞時の口腔咽喉音を収録した。なお、本研究では「ハッハッハッハ」の音節が 4 回以上続いた大きな笑いを爆笑

と定義する。計測には被験者の頸部に咽喉マイクロフォン(周波数帯域:200~3000[Hz]、感度:-40~-45[dB])を装着し、日常会話を30分間してもらい、ICレコーダ(WAVE形式、サンプリング周波数:44.1[kHz]、量子化ビット数:16[bit])で録音を行った。また、ワイヤレス・リアルタイムに爆笑をモニタリングするために Bluetooth マイクロフォンを用いる。また、被験者1名については7日間の日常生活(笑いの体操を含む)における合計80時間の口腔咽喉音を収集し、笑いを測定した。

(倫理面での配慮)

本研究の爆笑計の評価実験は、学外の委員を含む「大阪電気通信大学における生体を対象とする研究および教育に関する倫理委員会」に申請し、研究内容の承認を得ている(承認番号 生倫認 08-020号)。また、口腔咽喉音の無意識・無拘束計測に基づく笑い測定について、研究対象者に実験方法やデータ処理に関するインフォームド・コンセントを行い、実験を行った。

C. 研究結果

お笑いのビデオ鑑賞時に収集した爆笑時の口腔咽喉音の短区間スペクトルを図2の上段に示す。この短区間スペクトルは包絡線(声道特性)と微細特性(声帯特性)に分けることができる(図2下段)。声帯振動を伴う有声音ではスペクトル微細構造が周期的であり、この周期的成分の有無で有声音と無声音が識別できる。有声音と無声音を自動識別するために、ケプストラム分析を行った。図3に口腔咽喉音のケプストラム分析結果を示す。ケプストラム分析は、横軸がケフレンシーで時間を単位とする。縦軸は振幅(dB)である。同図の場合、ケ

フレンシーが4.62msでピークが生じており、有声音の基本周波数は $1/4.62=216\text{Hz}$ であることがわかる。一方、咳嗽時のケプストラム分析結果を図4に示す。この場合、ピーク点を検出することができず、周期性を持たない信号と判定できる。以上の結果は、他の分析結果からも得ることができ、爆笑と咳嗽が識別できることを確認した。

1名の被験者について、7日間の長期間の計測(合計80時間)を行い、5分ごとの笑い回数を数値化することができた。日常の行動記録と照らし合わせることで笑いの質問紙調査の妥当性を検証することができる。

咽喉マイクロフォンとICレコーダを使用して口腔咽喉音を記録しており、ICレコーダを使用することからオフラインでの計測であり、リアルタイムに笑いの測定結果を観ることができなかった。今回、ワイヤレス通信で使用されているBluetoothと骨伝導マイクロフォンを一体化させたワイヤレスシステムを試作した。耳に装着するタイプの骨伝導マイクロフォンでは体動に伴う雑音が低減し、爆笑の識別率が咽喉マイクロフォンの66[%]から骨伝導マイクは83[%]まで向上した。

D. 考察

頸部に装着するマイクロフォンには体動による衣服などとの接触音、咳嗽、嚙下音などが含まれておりケプストラム分析により周期をもたない無声音の特性を示すことが明らかとなった。これまで時間的特徴が類似することで誤認識することが認められたが、本法により爆笑の識別率が向上し、爆笑音の基本周波数の推定も可能となった。笑いやポジティブな心理的因子の評価の妥当性を検討するために、爆笑音について多くのデータ分析が今後の課題と考えられる。

E. 結論

口腔咽喉音のケプストラム分析を行いことで有声音の識別を可能とし、Bluetoothマイクロフォンを用いることで無意識・無拘束計測に基づく笑い測定が実現できることが明らかとなった。これにより笑いやポジティブな心理的因子の評価の妥当性検討を行うことが実現可能となった。

F. 健康危険情報

(総括研究報告書にまとめて記入)

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 辻村肇、松村雅史、能動的笑い発声による高齢者の嚥下機能への影響について、笑い学研究 (20)、 pp. 55-61(2013-08-31)

2) 辻村肇、道幸成久、石村、仁志、松村雅史、嚥下体操・カラオケ・笑いがもつ嚥下時間間隔の評価(第1報)一介護老人保健施設入所者を対象に一、作業療法ジャーナル、VOL. 47、 NO. 13、 pp. 1496-1501(2013)

2. 学会発表

1) H. Tsujimura and M. Matsumura、 The effect of laughter intervention on swallowing frequency 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society、 SaB8. 13(2013)

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

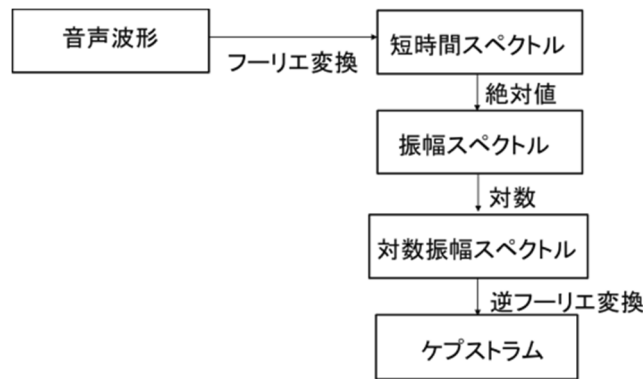


図1 口腔咽喉音のケプストラム分析の処理方法

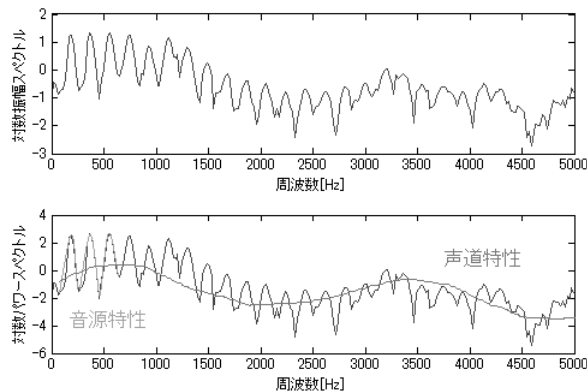


図2 口腔咽喉音の短区間スペクトル (有声音)

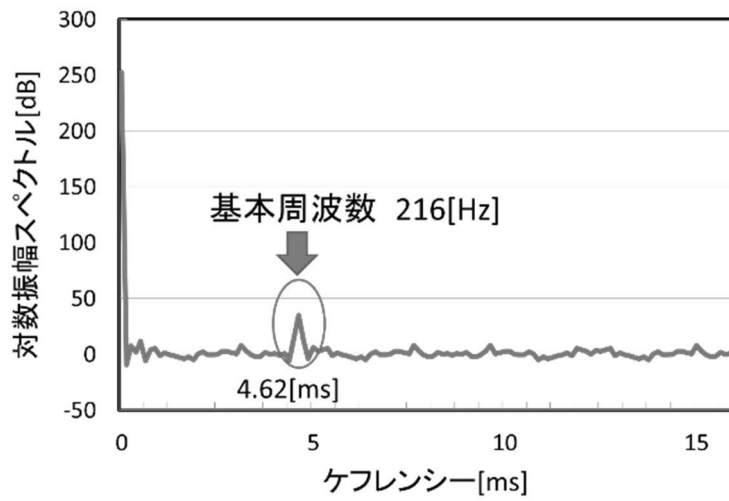


図3 爆笑時の口腔咽喉音のケプストラム分析結果

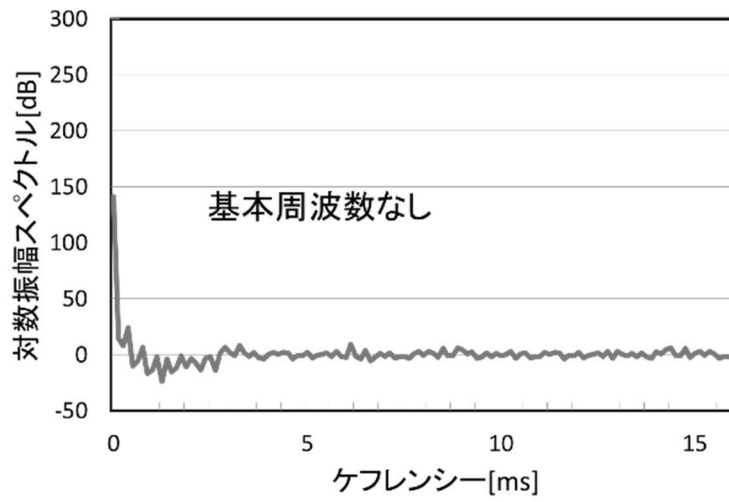


図4 咳嗽時の口腔咽喉音のケプストラム分析結果