

# 部分空間法による歯咬音の分類と その重度障害者向け福祉機器への応用

Classification of Occlusal Sounds by Using Sub-space Method and  
Its Application to a Welfare System for Severely Disabled People

古賀 崇了<sup>1</sup> 三戸 雄太郎<sup>2</sup> 内野 英治<sup>2,1</sup> 末竹 規哲<sup>2</sup>

Takanori Koga Yutaro Mito Eiji Uchino Noriaki Suetake

<sup>1</sup>財団法人ファジィシステム研究所

Fuzzy Logic Systems Institute

<sup>2</sup> 山口大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Yamaguchi University

**Abstract:** Here we propose a pattern classification scheme for occlusal sounds obtained by a bone conduction microphone. The proposed method consists of a subspace-based occlusal sound classifier. In this report, we discuss a classification performance of the present scheme and its applicability to a personal computer (PC) input interface for severely disabled people.

## 1 はじめに

著者らは、歯を咬み合わせた際に発生する音(歯咬音)を利用し、複数種類の信号を入力可能な重度障害者向け入力インターフェースの開発を行っている[1]。これまでに、著者らは歯列上の異なる部位を咬み合わせた際に発生する歯咬音を、代表的な部分空間法であるCLAFIC(Class-Featuring Information Compression)法を用いて精度良く識別できることを示した[1]。しかしながら、CLAFIC法は一括学習型の識別法であり、歯の咬合動作の経時変化などが原因となる歯咬音の特徴変化に対応するためには、多数のデータを用いて識別に用いる部分空間を再構成しなければならない。

本研究では、歯の咬合動作の経時変化などが原因となる歯咬音の特徴変化に対応するため、識別に用いる部分空間を必要に応じて逐次的に修正することができる学習部分空間法LSM(Learning Subspace Method)[2]を用いて、上述の問題の解決を図った。実際の歯咬音データにLSMを適用し、その識別精度について検討を行ったので、ここに報告する。

## 2 実験方法

本実験では、骨伝導マイクを用いて採取される様々な骨伝導音から、前歯・右歯・左歯の歯咬音が正しく識別できることを示す。骨伝導マイクロフォンは、図1に示すように、イヤホンのように片耳に装着することによって、顎骨や頭蓋骨を伝導する骨伝導音を検出

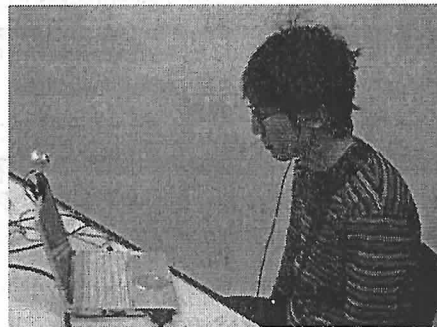


図1: 骨伝導マイクによる歯咬音のサンプリングとパソコンをベースとした福祉機器の操作の様子。

することができる。

検出された骨伝導音は、文献[1]で提案した2段階の閾値処理により、図2に示されるような歯咬音候補とそれ以外の信号に分離される。文献[1]で提案した手法では、検出された歯咬音候補となる信号に対して、代表的な部分空間パターン識別法であるCLAFIC法を適用し、識別のための部分空間を構築する。

本報告では、構築した部分空間をLSMにより、以下のように逐次的に修正する。まず、クラス情報が既知である学習ベクトル $x$ を既存の部分空間により識別させる。学習ベクトル $x$ が正しく識別された場合、部分空間の修正は行わない。一方、学習ベクトル $x$ が誤識別された場合、式(1)で定義される平均回転演算行

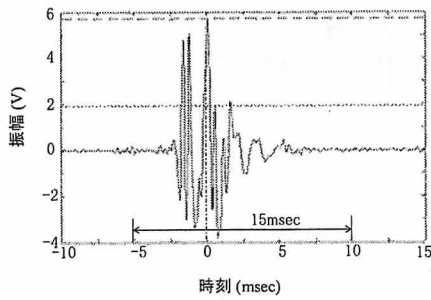


図 2: 歯咬音信号の一例.

列  $R$  で部分空間を回転し, 修正する.

$$\bar{R} = \frac{1}{\kappa_r} \sum_{n \in \kappa_r} R_r^n + \frac{1}{\kappa_s} \sum_{n \in \kappa_s} R_s^n \quad (1)$$

ここで,  $R_r^n$  と  $R_s^n$  はそれぞれ, あるクラスの部分空間を学習データに近づく方向および遠ざかる方向へと回転させる平均回転演算行列である.  $\kappa_r$  と  $\kappa_s$  は, 上記のそれぞれの平均回転演算行列の計算に用いられるデータ数である. すべての学習ベクトルを用いて平均回転演算行列を算出し, 以下の式で既存の部分空間  $Z$  を修正する.

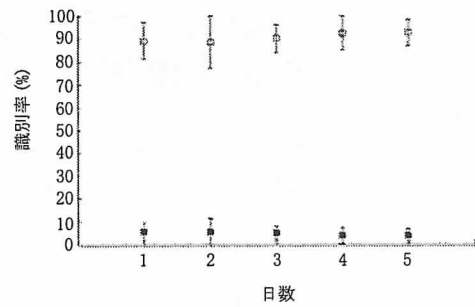
$$Z' = \bar{R}Z \quad (2)$$

学習におけるパラメータの設定は, 文献 [2] 中の設定方法を用い, 部分空間を回転する度合いを設定するパラメータを 0.002[2] とした.

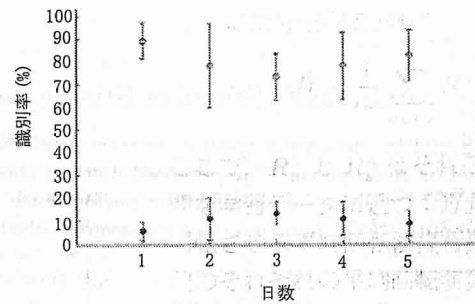
### 3 実験結果

1日に歯咬音を 30 サンプルずつ, 5日間に渡って 10人から採取したデータ 5セットに対して, CLAFIC法と LSM を適用した. 得られた歯咬音を用いて, 5-fold cross-validation による性能評価を行い, その結果を比較した. 図 3(a) と (b) はそれぞれ, CLAFIC法と LSM による 10人の識別結果の平均値を表している. CLAFIC法を用いた実験では, それぞれの日において得られたデータを用いて部分空間を作成した. 一方, LSMを用いた実験では, 初日のデータを用いて CLAFIC法により部分空間を作成し, 2日目以降に得られたデータセットを用いて日ごとに LSMによる部分空間の修正を行い, 識別実験を行った.

白抜のデータ点は, 3種類の歯咬音を正しいクラスに識別できた正解率の平均値, すなわち真陽性率を表す. 一方, 黒色のデータ点は, 異なるクラスの歯咬音を特定のクラスの歯咬音と誤識別した割合, つまり偽陽性率を表している. また, 各エラーバーは識別率の個人差の標準偏差を示す. 両手法の結果を比較し, 真



(a)



(b)

図 3: 歯咬音識別の結果. (a)CLAFIC 法による識別結果. (b) 学習型部分空間法による識別結果.

陽性率ではおよそ 10% の差が, 偽陽性率では 5% から 10% 程度の差があることが確認された.

### 4 おわりに

本報告では, LSM を用いた歯咬音の識別実験を行い, データの経時変化に対する LSM の学習性能について調べた.

### 参考文献

- [1] 古賀他: 歯咬音のパターン識別とその重度障害者向け PC 操作インターフェイスへの応用, 第 22 回 BMFSA 年次大会講演論文集, pp.33-36, 2009.
- [2] T. Kohonen: 自己組織化マップ, シュプリンガー・フェアラー東京, 1996.

### 問合せ先

〒 753-8512 山口県山口市吉田 1677-1  
 山口大学大学院 理工学研究科  
 内野英治 (うちの えいじ)  
 Tel/Fax: 083-933-5699  
 E-mail: uchino@yamaguchi-u.ac.jp