

## 自閉症スペクトラム障害児と定型発達児の識別に関する 音響特徴量選択の検討\*

石井良, 高島遼一, 滝口哲也, 有木康雄 (神戸大),  
中井靖 (川崎医療短期大), 高田哲 (神戸大)

### 1 はじめに

音声認識技術は, これまで成人を対象としたものがその多くを占めていたが, 現在では子どもや高齢者など発話スタイルが成人と異なる人々を対象とした研究<sup>[1]</sup>や, 車内や会議室といった特殊な環境での解析など様々な場面で応用されるようになってきている. 現在, わが国においては, 自閉症を中心とする自閉症スペクトラム障害の発生頻度の増加が注目されており, 社会での福祉分野における情報技術の重要性が高まってきており<sup>[2]</sup>, これらの健常者とは異なる人々を対象とした研究の発展応用が強く期待されている. 自閉症スペクトラム障害とは, 先天性の脳機能障害であり, 社会性や他者とのコミュニケーション能力に困難が生じる発達障害の一種である. 自閉症, アスペルガー障害, 非特異的な広汎性発達障害などを含み, その発生頻度は1~2%と推測されている. 自閉スペクトラム障害は, 多様な原因に基づいて発症するため, その根本的な治療は困難とされている. しかし, 自閉スペクトラム障害においても, その早期発見と適切な療育は, 将来の社会的予後に大きく影響する. 本論文では, 幼稚園児から小学校4年生までの自閉症スペクトラム障害児 (以下 ASD 児) を対象に, 早期発見と早期療育を目指した音響的な側面による識別実験の結果に関して報告する. 具体的には, SVM(Support Vector Machine) による音声特徴量の識別を行う. その際 openEAR<sup>[3]</sup> を用いて ASD 児, 定型発達児の音声から 572 次元の特徴量を抽出し, 次元毎にカーネル関数を設定する. その後, MKL(Multiple Kernel Learning)<sup>[4]</sup> による重み付け統合を行うことで, ASD 児と定型発達児の識別に対する各特徴量次元の有効性を評価する.

### 2 openEAR

本論文では, 従来感情音声認識<sup>[5]</sup>などに用いられていたツールキットである openEAR によって音響特徴量を抽出する. しかし, 抽出された次元が大きすぎることによる計算時間の増加や, 不必要な情報が多く含まれていることなどの問題点があげられる. そこで, openEAR によって音声ファイルから抽出された 572 次元の音響特徴量の中から, ASD 児と定型発達児の識別に有効な特徴量を選択する.

### 3 MKL-SVM

本論文では, 2章で述べた次元過多の問題点を解決するための手法として, MKL-SVM を用いることで ASD 児と定型発達児の識別に有効な次元を選択する. MKL は複数のサブカーネルを線形結合したカーネルを作成することによって, さらに複雑化した非線形空間を作成できる手法である. 結合カーネル  $K$  は以下のように表現される.

$$K(x, x') = \sum_{i=1}^N \beta_i k_i(x, x') \text{ with } \beta_i \geq 0, \sum_{i=1}^N \beta_i = 1$$

$\beta_i$  は  $i$  番目のサブカーネル関数  $k_i$  の重みである. MKL による重みの学習は, SVM のフレームワークで解く方法が一般的であることから, MKL-SVM と呼ばれることがある. このような, SVM のフレームワークにおける MKL を最適化するための双対問題は, 下記のような Min-Max 問題となる. ここで,  $\alpha_j$  はラグランジュ係数,  $C$  は SVM のスラック変数,  $y_j$  はクラス変数である.

$$S_i(\alpha) = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^M \alpha_j \alpha_k y_j y_k k_i(x, x') - \sum_{j=1}^M \alpha_j$$

$$\max_{\beta} \min_{\alpha} \sum_{i=1}^N \beta_i S_i(\alpha)$$

$$w.r.t \quad \alpha \in \mathbb{R}^M, \beta \in \mathbb{R}^N$$

\* Acoustic feature selection for classification of autistic children and ordinary children, by Ryo Ishii, Ryoichi Takashima, Tetsuya Takiguchi, Yasuo Ariki (Kobe University), Yasushi Nakai (Kawasaki College of Allied Health Professions), Satoshi Takada (Kobe University)

$$s.t. \quad \begin{cases} 0 \leq \alpha_j \leq C, 0 \leq \beta_i \\ \sum_{j=1}^M \alpha_j y_j = 0, \sum_{i=1}^N \beta_i = 1 \end{cases}$$

## 4 識別実験による評価

### 4.1 実験条件

ASD 児，定型発達児それぞれから，openEAR により音響特徴量を抽出し，抽出した特徴量 572 次元に MKL-SVM を適用することで，識別実験を行った．実験データとして，ASD 児 15 人（1089 単語），定型発達児 16 人（1046 単語）で学習を行い，学習には用いていない ASD 児 5 人（471 単語），定型発達児 5 人（480 単語）でテストを行った．なお本論文では，以前の我々の研究 [6] である Forward Selection Method による識別結果を比較対象とする．

### 4.2 実験結果

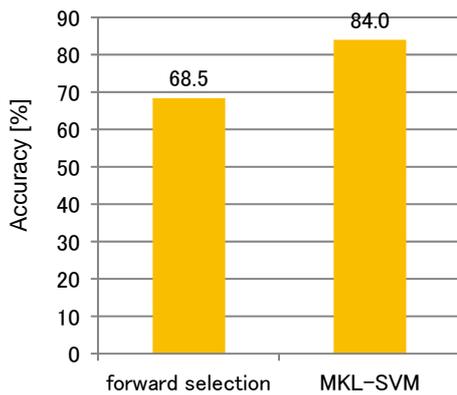


Fig. 1 Classification results

Fig. 1 は，ベースライン（Forward Selection Method）での識別精度，提案手法（MKL-SVM）での識別精度を示している．実験から，ベースラインに比べて，提案手法による ASD 児と定型発達児の識別精度が 15.5 % 向上する結果が得られた．

Fig. 1 は，MKL-SVM による特徴量の重み付けの結果を示したものである．今回の実験において，ASD 児と定型発達児の識別には，loudness，MFCC，lspFreq（線スペクトル周波数）などが主として選択される結果となった．例えば loudness 等は環境に依存する部分もあり，今回の結果については今後さらに検討していく必要がある．

