

# 歌唱フォルマントを用いた歌声評価システムの構築

釧路高専専攻科 電子情報システム工学専攻 大貫研究室 山本慎之佑

## 1. はじめに

近年, 趣味やコミュニケーションの一環として, 歌を歌う機会が多くなっている. それに伴い, 歌に興味を持つ人々が増え, ボイストレーニングに対する需要が増えてきている. 教則本などを用いて個人でボイストレーニングを行う場合, 自身の発声の習熟度を客観的に判断することが難しいという問題がある. そこで本研究では, 歌唱に適した声道の形状の指標として, 歌唱フォルマントを用い, 自身の歌声が「歌声らしい声」になっているかを自動的に判定することができるシステムの構築を目標とする.

## 2. 歌声評価システム

本研究で提案するシステムの概略を図 1 に示す. 対象者の話声と歌声をそれぞれ入力し, 対象者の発した声がどの程度歌声らしいか検証する. 歌声らしさの指標として, 歌唱フォルマントを用い, 評価システムは Support Vector Machine を用いてシステムを構築する.

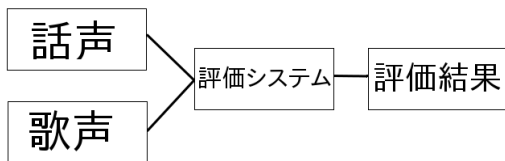


図 1: 提案システムの概略

### 2.1. 歌唱フォルマント

歌唱フォルマント (Singing formant) とは, 歌唱に適した声道を形成した際に, 通常の母音のフォルマントと別に 3[kHz] 近傍に発生するフォルマントである [1]. 歌唱フォルマントは, 「豊

かな共鳴」, 「軽やか」など, 話声と対比した歌声の聴覚的感覚を与えることができる. また, 歌唱フォルマントのピークを母音の第 3 フォルマント近くに調整することにより, 話声と比較しラウドネスが 20[dB] 以上改善することができる.

図 2 は, 母音「/u/」を男性プロオペラ歌手が発話した場合と, 歌唱した場合のスペクトル包絡である [2]. スペクトル包絡の 3[kHz] 近傍にピークができており, このピークが歌唱フォルマントである. 歌唱に適した声道を形成している場合, 母音に関わらず, すべての有声音において発生する.

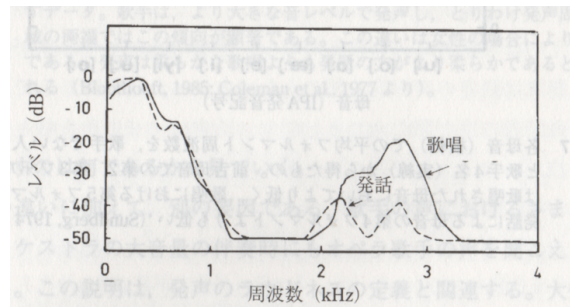


図 2: 男性プロオペラ歌手の母音「/u/」のスペクトル包絡

### 2.2. Support Vector Machine

Support Vector Machine(SVM) とは, 統計的学習理論の枠組みで提案された学習機械である [3]. 特にパターン認識の能力は, 優秀な学習モデルのひとつと言われている. ニューロンのモデルとして最も単純な線形しきい素子を用いて, 2 クラスのパターン識別器を構成する. 学習データの中で最も他クラスと近い位置にいるものを基準とし, そのユークリッド距離が最も大きくなるような位置に識別境界を設定する. これに

より、未学習データに対してもある程度良い識別性能が維持できる。

本研究では、SVM の一種である One Class SVM を用いる。One Class SVM とは、一つのクラスの学習データを高次の特徴空間に射影し、その特徴空間において分離超平面を求める識別器である。この SVM は、学習データと比較し、入力データが学習したクラスに属しているかを判断することができる。Multi Class SVM を用いる場合、学習時に歌声らしい音声とそうでない音声の学習が必要だが、One Class SVM を用いる場合、学習に必要なデータは歌声らしい音声のみで識別器を構成できるという利点がある。

### 3. 実験と考察

実際に、声楽家の歌声には歌唱フォルマントが発生するか、話声と歌声の音声のスペクトル包絡を比較する実験を行った。

実験内容は以下の通りに行った。

1. 話声と歌声の母音「/a/」の音声を用意
2. 周波数解析を行いスペクトルを比較する
3. 歌唱フォルマントが発生する 3[kHz] 近傍に差異があるか確認

図 3 は、話声と歌声のスペクトル包絡を比較したグラフである。比較した結果、歌声の音声には話声では見られなかったピークが 3[kHz] 近傍に発生していた。この実験結果より、歌声には歌唱フォルマントが発生することが確認できた。

図 4 は、2[kHz] から 6[kHz] までの話声と歌声のスペクトル包絡の差分を求めたものである。歌唱フォルマントが発生している 3[kHz] 近傍では、ラウドネスが 20[dB] 以上の改善が確認できた。

他のプロの声楽家や歌手にも同様の実験を行い、歌唱フォルマントの差分の平均を取ることによって、歌声として知覚できる歌唱フォルマントの平均的な基準を求めることができる。

### 4. 今後の予定

話声と歌声のスペクトル包絡を比較した際、歌声には話声にない歌唱フォルマントを確認す

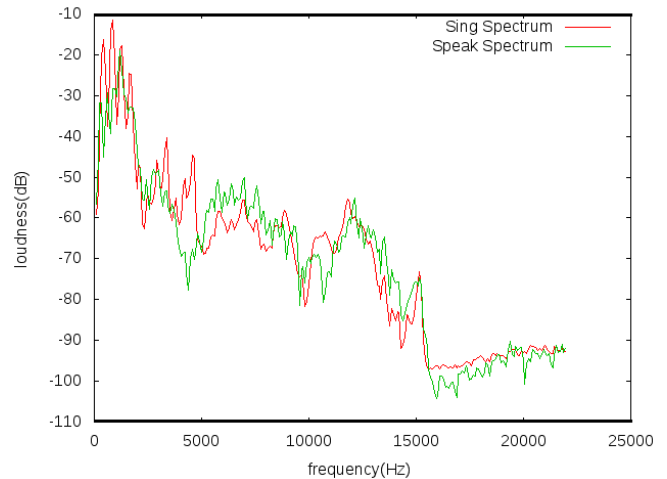


図 3: 話声と歌声のスペクトル包絡

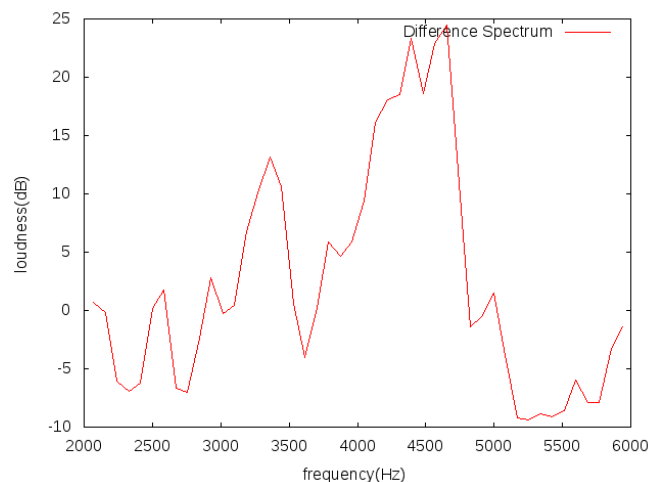


図 4: 話声と歌声の差分のスペクトル包絡

ることができた。今回の実験では、母音「/a/」のみについて実験を行ったので、他の母音でも同様の結果になるか実験を行う。その後、実験結果を元に学習に適した特徴ベクトルを決定し、SVM に学習を行い、歌声評価システムの構築を目指す。

### 参考文献

- [1] Erickson Donna, “An Acoustical Study of Singing Formants in Female Voices: Part I”, Showa University of Music, 2010
- [2] Johan Sundberg, “歌声の科学”, 東京電機大学出版局, 2007
- [3] 栗田多喜夫, “サポートベクターマシン入門”, 産業技術総合研究所 脳神経情報研究部門