

呼気量のモデル化に基づく歌唱修正システム

Singing modification system based on modeling of expiratory volume

木立 真希

Maki Kidachi

法政大学情報科学部デジタルメディア学科

E-mail: 10k1111@stu.hosei.ac.jp

Abstract

This paper proposes a system that modifies amateur singer's songs that gives a non-powerful and a dark impression to professional singer's songs that gives a powerful and a light impression. Compared with professional singer's songs that have mastered breathing and a vocalism, Amateur singer's songs becomes a breathy voice due to low expiratory volume. The breathy voice has two features. One is that spectrum amplitudes of periodic components become weaker at high frequencies. The other is that turbulence noise increase at high frequencies. In proposal system, suppress falling of the spectrum at the band near the third formant by using a filter compensates for a gain designed by a Gaussian function. Also, it estimates turbulence noise that changes temporally from amateur singer's songs and lower a rate of it. These two processes perform parameter conversions for songs that a high expiratory volume. Re-synthesis of songs is done by STRAIGHT. The result of evaluation showed that the rate of amateur's modified songs became light was 4.33. In conclusion, the proposal system is effective.

1 まえがき

近年、YouTube やニコニコ動画等の動画投稿サイトの利用者が拡大し、アマチュアの制作者が DTM 等を用いた歌パート付きの楽曲制作を行うようになってきている。歌パートには、最低限「音程」と「リズム」をキープする技術が必要であると推測される。その歌パートの制作方法には大きく分けて 2 つある。1 つ目は、歌声合成システムを用いる方法である。この方法は、音程とリズムは正確だが、合成音声が機械的であることが問題となっており、人間らしく自然な歌声を実現するための多くの研究が存在している [1][2][3]。また、新しいキャラクターのボーカロイドを作るには非常に高いコストがかかり、キャラクターが固定となってしまっているという問題もある [4]。2 つ目は、自ら歌って録音する方法である。この方法は、歌唱力のある人でないと音程とリズムを保つことに気を取られ、意図通りの歌唱を実現することは難しい。

本研究では、後者に着目した。プロ歌唱者は、発声法や呼吸法を習得しているため、表現豊かな歌い方をコントロールすることが可能である。しかし、多くのアマチュア歌唱者は、発声法や呼吸法を習得しておらず、また歌声を発することに対しての抵抗や恥ずかしさから小さく通らない歌声になる傾向がある。特に女性の裏声は、頼りない歌声に聴こえる。このような歌声は、明るい曲は力強い発声で表現したいという場合や、裏声でしか発声できない音域も力強く歌いたいという場合に、意図した歌唱を実現できなくなる。そのように、元気がなく暗い印象を与えてしまう弱い発声のアマチュア歌唱を元気で明るい印象を与えるようなプロの力強い発声の歌唱に修正する手法を提案する。

そこで本研究では、アマチュア歌唱者とプロ歌唱者の発声方法に着目し、人間の発声機構に基づき、呼気量のモデル化を行

うことでユーザの意図した歌唱へ修正するシステムの構築を目指す。

2 歌唱の特徴の調査

人間の歌唱には無数の特徴があり、歌唱者によってもその特徴は異なるが、現状では人間の歌唱の特徴は定量的に扱うことが難しく、人間の歌唱を修正する従来研究はあまり存在しない。本研究では、この特徴を定量的に扱うことも一つの目標としている。

そこで、歌唱表現にはどのようなものがあるか、また人間が歌唱力があると知覚する特徴はどのようなものか明らかにし、歌唱を構成する最下層の要素を推定する。これにより、歌唱のどの特徴に着目すれば修正可能なかを調査する。

2.1 歌唱の構成要素

歌唱の「うまさ」とは何かを知るための聴取実験より [5]、人間がうまい歌唱だと判断する際に着目する歌唱力の特徴を調査する。基本的な要素には、発声(声量)・発音・音程・リズムが挙げられる。表現の要素には、ビブラート・抑揚・強弱・滑らかな音程跳躍などが挙げられる。個性の要素には声質(声の伸び・張り・声の明るさ)・フレーズの終わりの歌い方・節回しなどが挙げられる。これらの中から、最も基本的な歌唱の構成要素は、音楽の主な要素である「音程(ビブラート)」「声質」「音量」「リズム」の 4 つであると判断する。プロ歌唱者はこれらの要素を制御できている。アマチュア歌唱を修正するならば、これらの要素すべての観点から修正すべきだが、本研究では「声質」に着目する。他の要素の修正方法には、従来研究が存在するものがあり [6]、声質には最も歌唱の特徴が表れ、その特徴が多様であると判断したためである。また声質の中にも、掠れ声・囁き声等多くの異なる属性があり、それらすべてを分析することは困難である。そこで本研究では元気で明るい印象を与える力強さに絞った修正方法を提案する。元気で明るいという印象は、誰もが直感的に知覚することのできる特徴であり、アマチュア歌唱者が、歌唱時に力強さを調節するにはかなりの訓練が必要になるという点から、修正する意義があると判断した。

3 人間の発声機構と呼気量

元気で明るい印象を与える歌声を実現するには、肺からの息を送る圧力が高いと大きい声や高い声といった一般的な元気で明るい声の特徴になることから、人間の発声過程において呼気量が関係していると言われている [7]。そこで、呼気量を扱うために人間の発声の仕組みに着目する。

3.1 発声の仕組み

人間の声は、肺から送られてくる息によって声帯が振動し、その振動が声道を通るときに口の形により何らかの周波数の影響を受け発声される。この声帯の振動が声帯振動、声道を通るときに周波数の影響が声道特性である。声帯振動は、振動数が高いと音程が高く、振動数が低いと音程が低くなるといった声の高さに影響し、声帯の開閉による調波的な成分と息漏れ成分が足し合わさったものである。声道特性は誰はでも同じような概形になり、音韻性に影響を与えている。

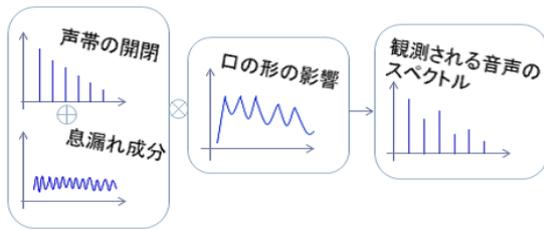


図1 発声の流れ 右：声帯振動 中央：声道特性 左：観測音声

図1は、人間の発声の流れを表したものである。呼気量は声帯振動に関係している。声帯の開閉成分は、発声の過程で受けるインピーダンスの影響により高域にかけて減衰していく。呼気量が多いと減衰の様子が緩やかになり、呼気量が少ないと急激に減衰していく。

一般的に、プロの歌唱者のように腹式呼吸等の呼吸法を身に付け訓練を行えば、呼気量の多い発声を行うことが可能であるが、アマチュアの歌唱者はそのような呼吸法を身に付けていないため、呼気量が少ない発声になってしまう。つまり、アマチュア歌唱者の発声はプロ歌唱者に比べ息漏れ成分の影響を受けた発声となる。

3.2 息漏れの音響的特徴量

正常発声をしている場合の声門の開き具合が小さい場合、雑音成分は弱い。逆に声門が開きすぎている場合には囁き声になる。この場合は声帯振動が起こらない。息漏れ発声の場合は、声帯振動は起こるが、適度に声門が開いてしまう状態になる[8]。このとき声帯振動には図2のように2つの変化が生じる。

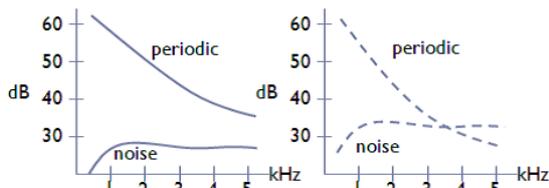


図2 右：正常発声 左：息漏れ発声

1つ目の変化は高調波成分での激しいスペクトルの下降、2つ目は気流による雑音成分の増加である[9]。

スペクトルの下降に関しては、第1調波のパワー(H1)と第3フォルマントに最も近い調波のパワー(A3)の差分がスペクトル傾斜の測定量になるということが先行研究によって示されている[10]。雑音成分の増加に関しては、息漏れ発声の場合、第3フォルマントの領域では雑音成分が周期成分よりも強くなる傾向があるということが先行研究によって示されている[11]。この2つの特徴が、息漏れ発声の特徴である。

よって、息漏れ発声を改善することにより、明るい印象を与える呼気量の多い発声に修正するだけでなく、裏声を地声/ミックスポイスに近づけることができる可能性がある。息漏れ発声は、一般的に女性が裏声で発声した場合、ほとんど息漏れが生じていると言われている。このことから、本研究の対象とする歌唱者を女性とする。

3.3 プロ歌唱とアマチュア歌唱の比較

この2点を踏まえ、プロ歌唱者が呼気量の多い発声をしているか、アマチュア歌唱者が呼気量が少なく息漏れ発声になっているかに着目し比較を行う。

3.3.1 比較データ

アマチュアのデータは自ら歌ったものを用意する。録音はRolandのポータブルレコーダーR-26を用いる。収録条件44.1kHz,16bitである。プロのデータは、CD音源からあらかじめボーカルパートを抽出しておいたものを用意する。プロに選んだ歌唱者は、呼吸法や発声法を学び訓練しているとされる声優とする。比較に用いる曲は、日笠陽子の歌うNO,Thank You!より、初めのフレーズ「ホワイトボードでひしめきあう」の部分である。このプロ歌唱の曲は聴取の結果、アマチュア歌唱に対し元気で明るく力強いという印象であると主観で判断したも

のである。



図3 比較に用いたデータの楽譜

3.3.2 スペクトルの観察

プロ歌唱とアマチュア歌唱のそれぞれのスペクトルの観察を行う。図4は「あ」の母音部分を比較したものである。縦に振動しているグラフが声帯振動を表し、それをなぞるようにいくつかのピークを表している線が声道特性である。プロに比べ、アマチュアの方は丸と丸を結んだ線で示した通り、スペクトルの傾斜が右下がりになっている。また、3つ目のピーク周辺を大きな丸で囲って示した通り、第3フォルマント付近では息漏れによる雑音成分の影響で、プロが14次の調波成分まではっきりと観察出来るのに対し、アマチュアは7次の調波成分までしかきれいに出不ている。

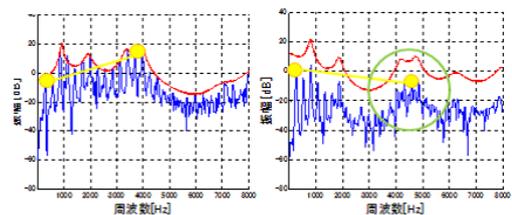


図4 右：プロ歌唱 左：アマチュア歌唱

これにより、アマチュア歌唱者はプロ歌唱者に比べ呼気量が少ないことで、息漏れ発声になってしまい、力強い発声の歌唱だとは言えないことが確認できる。

4 歌唱修正

本研究では、息漏れ発声の特徴に対応したパラメータ変換が可能であるという点で、高品質音声変換ツールであるSTRAIGHTを用いて修正を行う。STRAIGHTでは、音声データをスペクトル情報・非周期性指標・基本周波数の3つのパラメータとして操作することが可能である[12]。そのため、スペクトル情報と非周期性指標の2つを操作することで息漏れ発声の特徴であるスペクトルとノイズ成分を定量的に扱うことが可能である。

4.1 ゲイン補てんフィルター

スペクトルの下降を改善するために、第3フォルマント付近(4kHzあたり)の周波数帯域のゲインを上げるフィルターを設計する。スペクトルの観察より、4kHzが第3フォルマント付近であるとし、指数的に減衰していることから4kHzが平均値になるようなガウス関数 $G(\omega)$ により、0kHz~6kHzの帯域に対して補てんを行う。式(1)がガウスフィルター設計の式である。第3フォルマント以降の周波数帯域は、息漏れの特徴に関係しないため、補てんを行う必要はない。そのため補てんを行う必要のある0kHz~4kHzの区間と、補てんの必要がないため滑らかにゲインを小さくする4kHz~6kHzの区間で別々の分散を用いている。

$$G(\omega) = g \times \exp\left(-\frac{(\omega - m)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

$$F(\omega, t) = \begin{cases} F(\omega, t) + G(\omega) & (q(t) > 0.85) \\ F(\omega, t) & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (2)$$

F は対数振幅スペクトルとする。式(2)で F にゲイン補てんフィルター $G(\omega)$ を足し合わせることで補てんを行う。

この処理は有音区間のみに行う。音声には母音と子音が存在するが、子音には無声音のものがある。また歌唱の中には息継ぎや無音の区間も存在する。そのような呼気量に関係しない区

間には補てんの必要がない。 $q(t)$ は、有音区間を判定するために利用している変数である。

ゲイン値 g は、発声区分を考慮し、第3フォルマント付近を重点的に観察するため、重み付平均によってアマチュア歌唱とプロ歌唱それぞれの値を計算し、その差分としている。

4.2 ノイズ軽減処理

ノイズの影響を抑えるために、第3フォルマント付近の周波数帯域までの雑音成分を下げる処理を行う。STRAIGHTの非周期性指標というパラメータで、音声に含まれる周期成分と非周期成分(雑音成分)の割合を調整する。図5がアマチュアの非周期性指標、図6がプロの非周期性指標である。

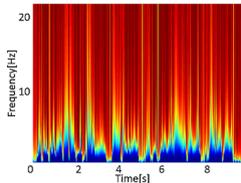


図5 アマチュア

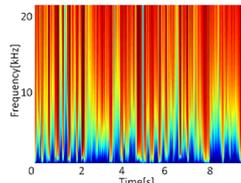


図6 プロ

低い周波数帯域の青い部分が周期成分を表し、高域にかけてノイズ成分である赤色へ変わっている。プロの非周期性指標を見ると、アマチュアに比べ全体的にノイズ成分への変わり目が高い周波数に位置している。プロは第3フォルマント付近の周波数帯域はまだ青だが、アマチュアはノイズ成分の影響が強く出ている。また、どちらの非周期性指標を見てもその変わり目が時間的に変化している。この時間変化が逆に一定だと、人間の歌唱としては不自然なものになってしまう。よって、時間変化を保ったままノイズ成分の割合を下げる必要がある。

処理手順はまず、周期成分からノイズ成分への変わり目を検出する。検出する際の閾値は、実験的に0.3とする。次に、検出した変わり目が値する周波数の平均を求める。この値をアマチュアのノイズ成分の変わり目値とする。プロのノイズ成分の変わり目値は、5母音のスペクトルの分析により、調波成分がはっきりと観察できる周波数帯域の平均として算出する。最後に、プロとアマチュアの変わり目値の差の分0を詰めることでノイズ成分を高域にシフトする。これらの一連の処理は全て、有音区間のみ行うものとする。

4.3 有音区間の判定

有音区間と無音区間の判定には、STRAIGHTの分析によって得られるPeriodicityLevelという変数を利用している。この変数は、周期性があるに従って1に近い値を取り、周期性がなくなるに従って0に近い値を取る。

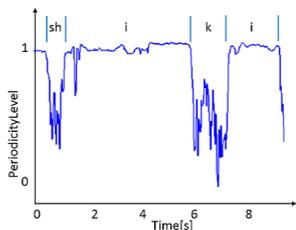


図7 PeriodicityLevel

図7を見ると、無声の子音部分は0に近い値を取ることから有音区間と無音区間の閾値は、実験的に0.85としている。

4.4 歌唱の修正方法

修正を行うデータは、発声区分を考慮するため、地声で発声しているとされるフレーズと裏声で発声しているとされるフレーズに分割しておく。

曲によりこのフレーズの長さは異なるが、STRAIGHTの処理の重さの関係と、ゲイン補てんフィルターのゲイン値 g を適切に求めるため、10sec程度としている。入力、修正を行うアマチュアデータとゲイン値 g 、目標歌唱者のノイズ成分の変わり目値である。これらを入力として、まずSTRAIGHTでのアマチュアデータ分析が行われる。この分析で、アマチュアデータがスペクトル情報・非周期性指標・基本周波数の3つのパラ

メータに分かれる。

分析で得られるPeriodicityLevelを利用し、有音区間の判定を行い修正処理を行う。

スペクトル情報には、入力したゲイン値 g を用いたゲイン補てんフィルターが設計され、 F にゲイン補てん処理が行われる。有音区間のみ処理を行うため、無声の子音と有音の母音との境目で急激なゲインの上昇が不連続にならないよう、有音区間と無音区間の境目はゲイン値 g を線形的に滑らかに変化させる処理を施す。

非周期性指標には、入力のアマチュアデータからノイズ成分の変わり目値を計算し、目標歌唱者のノイズ成分の変わり目値との差の分だけ、アマチュアデータに含まれていたノイズ成分が高域にシフトされる。

こうしてスペクトル情報をゲイン補てんフィルターにより修正した値へ、非周期性指標をノイズ軽減処理によって修正した値へとパラメータ変換が行われる。そして、変換されたパラメータを用いてSTRAIGHTでの再合成が行われる。出力は、修正されたアマチュアデータとなる。各フレーズに対し同様に修正データを得た後、それらを連結することで1曲の歌唱が修正される。

4.5 歌唱の再合成結果

図8に比べ、図9を見ると、補てん後の方が第3フォルマント付近の帯域が赤くなっている。このことから、ゲイン補てんフィルターにより第3フォルマント付近の帯域が強められたことが確認できる。

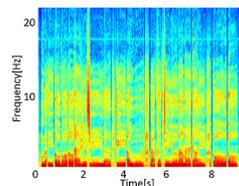


図8 補てん前

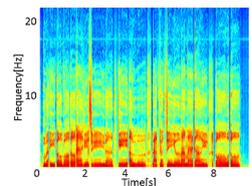


図9 補てん後

図10に比べ、図11を見ると、第3フォルマント付近が強められ、縞がはっきりと観察でき、調波成分が高域でもはっきり出ている。このことから、ノイズ軽減処理により第3フォルマント付近のノイズ成分の割合が下がったことで、低次までしか出ていなかった調波成分が高次にも表れたと確認できる。

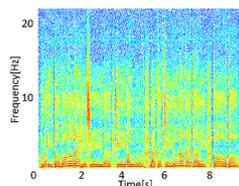


図10 改善前

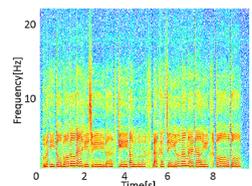


図11 改善後

図12を見ると、プロは低次から高次まで継続して調波成分が強く出ている。改善後のスペクトログラムは、4kHz~6kHzの区間にフィルターをかけたことで、第3フォルマント付近の周波数帯域はプロ同様に強められたことが確認できる。

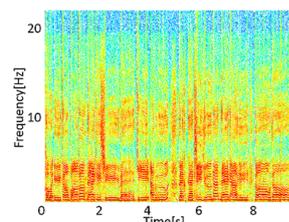


図12 プロ歌唱

5 評価

聴取実験による主観評価を行った。被験者は女性4人を対象に、目標歌唱者の曲を各1曲ずつ選び、1コーラスを歌ってもらった歌唱データを録音した。録音機材は、プロ歌唱とアマ

チュア歌唱の比較で用いたものと同様の機材を用いた。録音場所は、比較的吸音される会議室を利用した。曲を選ぶ際には、自己申告で自分の発声できる音域でぎりぎり歌える曲を選んでもらうことで地声で発声される区間と裏声で発声される区間が含まれるようにした。録音した歌唱データに対し修正を行い、弱い発声・裏声・音質が修正されているかを5段階評価した。今回実験に用いる楽曲は、呼吸法や発声法を学び息漏れの少ない力強い発声で歌っていると推測できる声優の明るい楽曲とした。

	1 コーラス	地声区	裏声区
力強さ	3.5	4.33	2.16
裏声	3	3.83	2.33
音質	4	3.5	3.83

表1 1 コーラス評価結果

評価結果は表1のようになった。左列が1 コーラスの評価である。力強さと裏声の項目でどちらもあまり良い結果とは言えない評価となった。この結果を受け、修正された歌唱を聴くと、1 コーラスの歌唱の中で比較的地声で歌っている部分は修正され、裏声でしか発声できないような高音を歌っている部分はあまり修正がされていなかった。そこでさらに、地声区と裏声区のフレーズごとの評価を行ったものが表1の真ん中と右の列である。地声のフレーズでは高い評価が得られた。よって、地声区の修正には有効である。一方、裏声区の評価が非常に悪い結果となった。1 コーラスの評価が悪かった原因として、このように修正が効いている比較的地声で歌う低音域の区間と、修正が効かなかった裏声で歌う非常に高音域な部分が1 コーラス中に混在していたため、全体での評価が低くなってしまったと推測した。

また、息漏れが少なくなったがまだ裏声だというコメントがあった。特に裏声を多用するサビ区間が特に悪い評価となった。裏声には息漏れ以外の特徴があると考え、調査を行ったところ、裏声には大きく分けて、裏声区(ファルセット)と頭声区(ヘッドボイス)の2種類あることがわかった[13]。

中でもファルセットは、喉の負担が少なく高音が出せるため、アマチュア歌唱者も発声を試みるが、無理な発声となってしまうことがある。実際に、サビは声を張って力強く歌っていたためゲイン値が小さく推定され、ゲイン補てん処理が効かなかったものや、もともとノイズ成分の影響が少ないものもあり、ノイズ軽減処理が効かないものがあった。これは、決して修正されなかったことが悪いというわけではなく、修正の必要がなかった発声の場合もある。このように、裏声で発声している区間すべてに修正処理を行うのではなく、うまく発声できたと思う部分、修正が必要でないと判断した部分を除き、不適切な発声となってしまった部分や、裏声を使いたくなかった部分をユーザが選択出来るようにし、その部分のみ修正を行うことで、よりユーザが使いやすく、意図した歌唱を実現可能なシステムになると推測できる。

そのためには、声区の観点からの分析が必要となる。男性の場合だと70%が、女性の場合だとほぼ100%が2つ以上の声区を使っていると言われ、男性なら主に2種類(地声と裏声)、女性なら3種類(胸声区と中声区と頭声区)があると言われている[13]。しかし、声区の定義は研究者や声の専門家の間でも意見が分かれており、非常に曖昧であり、明確な定義は存在しないと言われている。また、声区は特定の発声周波数にわたるが、重複している区間があり、個人差により境界は大きく異なるため、発声周波数による識別も困難である。

このことから声区の変わり目を決定するのは難しいと言える。従来研究として、喉頭の運動に着目し、筋電センサーを用いて高音域の発声を判別・評価するものは存在するが、声区が主に2種類とされている男性の歌唱音声に限った研究となっている[14]。またこの研究は、地声と裏声を区別することはできるが、裏声の中でさらに声区を区別するものではなく、そういった従来研究は存在しない。よって声区の分析を行い、ファルセットの特徴を明らかにしていく必要がある。

また、もともと声量がある元気な発声の被験者の歌唱は、こ

の手法でのパラメータではあまり修正されないことも分かった。息漏れ発声でない歌唱を修正するには、口の開け具合や強弱のつけ方など、他の観点からの分析も必要である。

聴取の結果であるが、修正前と修正後の歌唱に同じミキシングレベルでBGMをつけたものを比較すると、修正前は弱い発声だったためBGMに埋もれたボーカルパート不明瞭な歌唱であったが、修正後の歌唱は力強い発声となり、BGMに埋もれない明瞭なボーカルパート制作が実現できた。現代のポピュラー音楽では、特にバンド演奏であると、使用している楽器数が非常に多く、力強い発声でないとボーカルパートが不明瞭な歌唱となり、歌で伝えたいものが伝わらなくなってしまう。本手法では、このような問題も防げるものとなった。

6 あとがき

定量的に扱われてこなかった歌唱の特徴のうち、呼気量に着目し、アマチュア歌唱者の呼気量が少ない弱い発声の歌唱を、プロ歌唱者のように呼気量が多く力強い発声に修正するシステムを構築した。女性アマチュア歌唱の地声区の修正には有効であると示した。しかし、裏声で発声している区間では、力強い発声へと修正することはできなかった。裏声を改善するには、今回着目した息漏れの観点ではなく、声区の観点からの分析が必要であるが、声区の識別は非常に難しいため、まずはファルセットの分析を行うことでファルセットの特徴を明確にし、その特徴に合ったモデル化をすることと、息漏れ以外の特徴に関しても分析することが課題である。

現在はフレーズ全体でパラメータを推定しているが、息漏れ具合の変化している部分ごとにパラメータを推定することができれば、修正の性能の向上が望める。

また、DTM制作の場で利用することを考えると、修正部分がユーザが選択でき、パラメータの調整が可能であるとよりユーザの意図した歌唱に修正できるシステムとなる。今後は、よりユーザの使いやすさを追求した歌パート制作システムを目指す。

参考文献

- [1] 河原, 他“TANDEM-STRAIGHTと音声モーフィング: 感情音声と歌唱研究への応用 (<特集> 音声伝達する感性領域の情報諸相)”日本音声学会 音声研究 13(1), 29-39, 2009
- [2] 大浦, 他“Sinsy: 「あの人に歌ってほしい」をかなえるHMM歌声合成システム”情処学研報. 86(1), 1-8, 2010
- [3] 土井, 他“VocaListenerによる学習データ生成を利用した多対多固有変換に基づく歌声声質変換”情処学研報. 96(5), 1-9, 2012
- [4] 剣持, 他“歌声合成システムVOCALOID: 現状と課題”情処学研報. 2008(12), 51-56, 2008
- [5] 中野, 他“楽譜情報を用いない歌唱力自動評価手法,”情処学論, 48(1), 227-236, 2007
- [6] 中野, 他“VocaListener: ユーザの歌唱を真似る歌声合成パラメータを自動推定するシステムの提案”情処学研報. 2008(50), 49-56, 2008.
- [7] Johan Sundberg, “歌声の科学,”東京電機大学出版局, 2007.
- [8] 石井 カルロス寿憲, “息漏れの自動検出における音響パラメータの提案”信学技報, 104(253), 19-23, 2004.
- [9] Stevens, K., “Turbulence Noise at the Glottis During Breathy and Modal Voicing” In Acoustic Phonetics, The MIT Press, 445-450, 2000.
- [10] Hanson, H., “Glottal characteristics of female speakers: Acoustic correlates” J. Acoustic. Soc. Amer., Vol. 101:466-481, 1997.
- [11] Klatt, D., et al. “Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers” J. Acoustic. Soc. Amer., Vol. 87:820-857, 1990.
- [12] 河原 英紀, “高品質音声分析変換合成法 STRAIGHT の出自・経歴・前途 ((SS) 高品質音声分析変換合成法 STRAIGHT)”信学技報, 105(571), 13-18, 2006.
- [13] 平山, 他“ポピュラー音楽の歌唱を対象とする高音域発声評価システムの構築”第73回情報処理学会全国大会講演論文集, 277-279, 2011.
- [14] 平山, 他“喉頭の運動に着目した歌唱音声の自動判別と評価”第75回情報処理学会全国大会講演論文集, 2.265-2.266, 2013.