

アカペラ歌唱キーを利用した歌唱支援システムの開発

Development of a Singing Support System Using A Cappella Singing Keys

大澤 優輝[†]
Yuki Osawa土肥 紳一[‡]
Shinichi Dohi

1. はじめに

音楽は古くより我々の生活に密接な関わりを持ち、作曲、演奏、視聴、歌唱など多様な楽しみ方が存在する。特に歌唱においては、心地よく歌うことが楽しさの一因である。しかし、ユーザの歌唱可能な音域と楽曲の音域の不一致により、歌いにくさを感じることがあり、これにより楽しさが減少することがある。この問題に対する解決策の一つとして、「楽曲キーの変更」が挙げられる。「楽曲キー」とは、楽曲で用いられる音階（ドレミファソラシドなど）の体系化された音階であり、楽曲は特定のキーで構成されている。楽曲キーを伴奏で変更することにより、ユーザは自分に適した音域で楽曲を歌うことが可能となる。しかし、ユーザ自身が自らの歌唱可能な音域を正確に把握していることは少なく、どのように楽曲キーを変更すれば歌いやすさを向上させることができるかを理解していないユーザは多い。

そこで本研究では、歌唱者に最適な楽曲キーを提案するシステムを構築し、心地よく歌唱できるように支援することを目的とする。

2. 提案方法

最適な楽曲キーを把握するためには、音高に対する声区の状態を認識することが重要である。歌唱者の声区状態を推定する方法として、周波数スペクトル、フォルマント周波数を使用する手法など複数の提案がされているが、正確な推定が困難であることや、手法自体が複雑であることが明らかになっている[1, 2]。さらに、歌唱者は歌う曲やジャンルに応じて裏声などの発声状態を切り替えることがあり、そのために歌唱者の発声可能な音域を絶対的に特定することは難しいと考えられる。

加えて、歌唱に関する悩みとして、家庭などでの伴奏なしのアカペラ歌唱と比較して、カラオケなどでの伴奏付きの歌唱がうまくできないという問題が存在する。この問題の原因としては様々な要因が考えられるが、一つの要因として「アカペラ歌唱では、無意識に異なる楽曲キーで歌唱している」ことが挙げられる。絶対音感を持たないアマチュア歌唱者は多くの場合、伴奏の音を聴くことで楽曲キーを認識

し正しいキーで歌うことができる。伴奏付きでは正確な楽曲キーで歌唱できるが、アカペラでは伴奏がないために楽曲キーを認識しにくく、結果として無意識に自分の歌いやすいキーで歌唱することがある。これにより、歌唱者は伴奏付き歌唱と比較して、アカペラでの歌唱の方がうまく歌えていると感じる場合がある。

これらの点を踏まえ、本研究ではアカペラでの楽曲歌唱を歌唱者の最適な楽曲キーと仮定し、そのキーに合わせて楽曲伴奏を調整することで、歌唱体験の向上を支援することを目指す。

3. 楽曲キー設定の流れ

基本周波数の比較及び楽曲キーの再設定は以下の手順で行う。

3.1 ボーカル抽出

初めに楽曲から不要となるボーカル以外の音(ギター、ドラム、ピアノ等)を除去するために、歌唱楽曲からボーカル音のみを抽出する。抽出には機械学習を使用したボーカル除去・抽出ソフトである UltimateVocalRemover5 を用いる[3]。

3.2 基本周波数比較

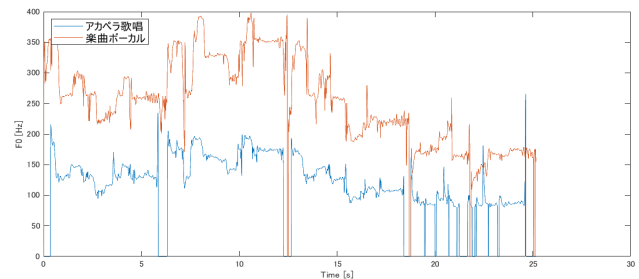


図 1 2つの基本周波数比較

録音した被験者のアカペラ歌唱とボーカル抽出を行った楽曲(以下「楽曲ボーカル」)について、基本周波数を推定する。この推定には、音声分析合成ソフトである WORLD の Harvest を用いる[4,5]。基本周波数の測定範囲については声楽における声域(ソプラノ～バス)を参考に 80Hz～1100Hz としている。2つの音声の基本周波数を同一時間において比較することで、楽曲キーの差異を算出する。図1に示すように、アカペラ歌唱(橙線)と楽曲ボーカル(青線)の基本周波数を比較すると、楽曲キーが異なるのみであり、両者の波形形状はおおむね一致することがわかる。

[†] 東京電機大学大学院システムデザイン工学研究科
Graduate School of System Design and Technology, Tokyo
Denki University

[‡] 東京電機大学システムデザイン工学部
School of System Design and Technology, Tokyo Denki
University

3.3 変更キー決定

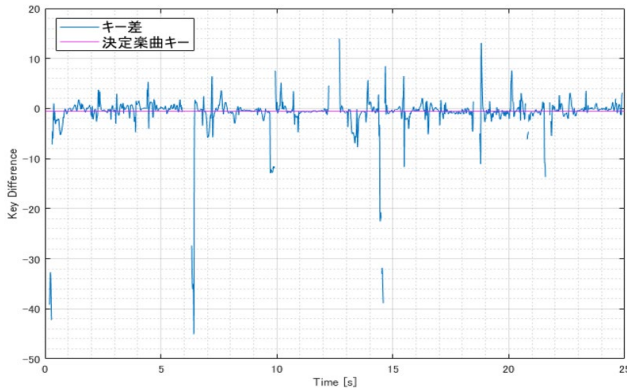


図 2 キー差と決定楽曲キー

求めた全体の楽曲キー差にメディアンフィルタを適用し、その結果得られた中央値を基に、最終的な変更キーを決定する。この様子を図 2 に示す。青線が 2 つの歌声のキー差を表しており、そこから求めた中央値である決定楽曲キーが赤線として示される。

この提案方法で決定する変更楽曲キーの精度を検証するために伴奏ありでの楽曲の歌唱データ、今回は正解値が 0 または -12 となることが確認できている、楽曲 10 曲に対してシステムでの楽曲キー差異の計測を行った。表 1 に示すように、推定キーを四捨五入し決定楽曲キーを求める。誤差は決定楽曲キーから正解値を引いた値である。誤差値を比較すると 10 曲中 1 曲のみに確認されシステムで決定する楽曲キーの精度は高いことが判る。

表 1 システム精度検証

楽曲	正解値	推定キー	決定楽曲キー	誤差
曲a	0	-0.4709	0	0
曲b	-12	-12.2006	-12	0
曲c	-12	-12.1966	-12	0
曲d	-12	-12.1438	-12	0
曲e	-12	-12.0804	-12	0
曲f	0	-0.2996	0	0
曲g	-12	-12.1456	-12	0
曲h	-12	-12.3572	-12	0
曲i	0	-0.7604	-1	-1
曲j	-12	-12.1532	-12	0

4. 評価実験

システムが提案する楽曲キーでの歌いやすさの評価を目的とする実験を計画している。

実験の対象は「自身の歌唱可能な音域を把握していない者」とするため、バンドボーカルやボーカルトレーニング等の経験がないアマチュア歌唱者とする。被験者は事前アンケートにて回答した自身が音程的に苦手意識のある楽曲の 1 フレーズの歌唱を行う。

また選択した楽曲について表 2 に記す条件について、計 3 回の歌唱を行う。

表 2 3 回の録音条件

回目	録音条件
1	伴奏なしのアカペラでの歌唱
2	原曲キーでの伴奏あり歌唱
3	推定したキー変更を施した伴奏あり歌唱

2 回目と 3 回目の歌唱条件については順序効果を考慮し、順序をランダムとする。一方で 1 回目であるアカペラ歌唱は伴奏下での歌唱がアカペラでの歌唱楽曲キーに影響を及ぼす可能性を考慮し、順序を固定している。

3 回の歌唱後にそれぞれの歌唱に対する「歌いづらい」～「心地よく歌うことができた」までの 7 段階アンケートと感想の記述を実施する。それぞれの評価点を比べることで元楽曲キーに対する変更楽曲キーの歌いやすさを評価する。

5. あとがき

歌唱体験の向上を目指し、アカペラ歌唱キーを利用し変更楽曲キーの提案を行うシステムの作成を行い、評価実験を計画している。現在考えられる問題として楽曲キーを変更することによる新たに歌唱が困難なフレーズが発生してしまう可能性が存在する。今後は、評価実験を行い、得られた結果や評価、感想を元に問題点の対策やシステムの再構築を行う。

参考文献

- [1] 宮城研一, 鏑木崇史, スペクトル包絡と原音抽出をせずに喉締めと裏声の度合いを得る方法の分析, 情報学第 85 回全国大会, 5T-03, 2023
- [2] 平山他, ポピュラー歌唱における高音域の声区と発声状態の判別手法, 情報学第 74 回全国大会, 2S-10, 2012
- [3] UltimateVocalRemover5, (<https://github.com/Anjok07/ultimatevocalremovergui/releases/tag/v5.5.0r>), 2024 年 1 月 9 日閲覧
- [4] 森勢将雅, 西浦敬信, 河原英紀, 高品質音声分析変換合成システム WORLD の提案と基礎的評価～基本周波数・スペクトル包絡制御が品質の知覚に与える影響～, 日本音響学会聴覚研究会, Vol.41, No.7, pp.555-560, Toyama, Oct.1-2, 2011.
- [5] 森勢将雅, 河原英紀, 西浦敬信, 基本波検に基づく高 SNR の音声を対象とした高速な F0 推定法, 電子情報通信学会論文誌 Vol.116, No.378, pp.107-112, 2016.