

2018年12月15日

博士学位審査 論文審査報告書 (課程内)

大学名 早稲田大学
研究科名 大学院人間科学研究科
申請者氏名 金礪 愛
学位の種類 博士 (人間科学)
論文題目 (和文) アマチュア歌唱者に向けた歌声可視化方法の検討
論文題目 (英文) Study on Visualization of Singing Impression for Amateur Singers

公開審査会

実施年月日・時間 2018年11月14日・14:00-15:00

実施場所 早稲田大学 所沢キャンパス 100号館 210教室

論文審査委員

	所属・職位	氏名	学位 (分野)	学位取得大学	専門分野
主査	早稲田大学・教授	菊池 英明	博士 (情報科学)	早稲田大学	言語情報科学
副査	早稲田大学・教授	向後 千春	博士 (教育学)	東京学芸大学	教育工学
副査	早稲田大学・教授	松居 辰則	博士 (理学)	早稲田大学	感性情報科学

論文審査委員会は、金礪 愛氏による博士学位論文「アマチュア歌唱者に向けた歌声可視化方法の検討」について公開審査会を開催し、以下の結論を得たので報告する。

公開審査会では、まず申請者から博士学位論文について30分間の発表があった。

1 公開審査会における質疑応答の概要

申請者の発表に引き続き、以下の質疑応答があった。

- 1.1 質問：モデルの精度比較として述べられた「3因子の平均」は何を表しているのか。
回答：因子ごとに構築したモデルの決定係数を示したうえで、総合的にどの程度の精度が得られたかを示すために平均値を示した。
- 1.2 質問：音響特徴量の主成分分析結果のうちなぜ第8主成分まで取り上げたのか。
回答：重回帰モデル構築時には全59主成分までを対象としてステップワイズ変数選択

法を実施してモデルごとに説明変数を絞った。その結果として、第9主成分以降は印象評価語ごとのモデルに採用されない傾向が強かったため第8主成分までを対象として考察した。

- 1.3 質問：本研究によって、歌声の印象の因子を明度や彩度などの色の要素と対応づけることはできたが、同一の要素が複数の因子に関与していることから歌声の色による可視化は現実的ではないということか。

回答：本研究の結果からは、因子を選んで可視化することはできるが、複数の因子を独立して色のみで表現することは難しいといえる。

- 1.4 質問：この研究の先の展望は何か。アマチュア歌唱者にとって自身の歌声の印象が自動推定されることで何が解決されるのか。

回答：発表で述べた歌唱スキルトレーニングへの寄与が本論文の目的であるが、ひいては歌唱文化の拡大への貢献が本研究の目指すところである。

- 1.5 質問：音響特徴量の第5、6、7主成分については関係する印象が示されていなかったが印象に寄与していなかったということか。

回答：特徴的な印象評価語が少なかったために記述しなかった。実際には一貫した傾向があり、「丁寧さ」「落ち着きのある」「響きのある」といった印象評価語に寄与している。

- 1.6 質問：この研究では歌唱支援を目指しているが、支援する際にどう活かすのか。どう歌えば対象の因子が向上するか、などは分かっているのか。

回答：この研究では歌唱支援に向けた歌声可視化方法の検討までが主題であるが、音響特徴量の主成分と印象の因子の関係の考察が歌唱支援に寄与できると考える。

2 公開審査会で出された修正要求の概要

- 2.1 博士学位論文に対して、以下の修正要求が出された。

2.1.1 印象推定モデル再構築に対する考察において、音響特徴量の主成分分析結果のうち第8主成分までの寄与率を記載した方が良い。また、各主成分の寄与率をそれぞれ示した方が良い。

2.1.2 音響特徴量の各主成分がどのような歌い方と関係付けられるかを明確にできれば歌唱支援に活かそうであり検討が期待される。

2.1.3 質疑応答で今後の課題と回答した点については、本論文でその旨を明記してほしい。

- 2.2 修正要求の各項目について、本論文最終版では以下の通りの修正が施され、修正要求を満たしていると判断された。

2.2.1 論文第3章3.4.3に、主成分ごとの寄与率および累積寄与率を加筆した。

2.2.2 さらに音響特徴量の各主成分がどのような歌い方と関係付けられるかを、論文第5章5.2.1に加筆した。

2.2.3 質疑応答で今後の課題と言及した点について、本論文の中でその旨を明記した。

3 本論文の評価

- 3.1 本論文の研究目的の明確性・妥当性：カラオケやインターネット動画共有サイトなどのメディアの発展によってアマチュアが歌唱を共有して楽しむ娯楽習慣が世界的に拡大している。それとともに歌唱音声を対象とした工学的な研究が盛んになっている。とりわけアマチュア歌唱者のポピュラー音楽歌唱スキルトレーニング支援は中心的な課題の一つである。多くの研究が専門的な立場からの歌唱技術の評価に焦点を当てており、専門的な知識を持たないアマチュアの立場からの歌唱評価を扱った研究は少ない。本論文では、こうした背景に基づいて、アマチュア歌唱者にとってわかりやすい情報を歌唱音声から自動推定し可視化することの実現を研究目的とすることを明確に述べている。歌唱評価に関わる情報の自動推定および可視化は、いわば聴き手の聴取印象を「見える化」することであり、アマチュア歌唱者に有用な歌唱練習環境を実現する。こうしたことから本論文の研究目的は妥当であると考えられる。
- 3.2 本論文の方法論（研究計画・分析方法等）の明確性・妥当性：全ての実験の計画と提案技術・手法の設計は本論文において明確に示されている。本研究が依拠する音楽情報処理研究においては、音楽データの適切な収集、適切な方法による音響的な分析、分析によって得られた情報の適切な活用およびその評価を標準的な方法としている。本論文はこれに沿った構成で進められており、妥当である。論文全体を時間局所的な歌唱評価と比較的長い時間の歌唱に対する評価とに分けることによって、研究の構成がより明確になっている。
- 3.3 本論文の成果の明確性・妥当性：長時間の歌声における特徴の評価として、聴き手の印象を歌唱音声から自動推定するモデルを構築した。多くの適切な音響的特徴を用いることで楽譜に依存せず高い推定精度を得ている。短時間の歌声における特徴の評価として、声質における評価因子を抽出したうえで声質と色の対応関係を明らかにした。これらの成果は、3.1 に述べた本論文の研究目的の実現に大きく貢献するものであり、妥当である。
- 3.4 本論文の独創性・新規性：本論文は、以下の点において独創的である。
- 3.4.1 多くの研究が専門的な立場からの歌唱技術の評価に焦点を当てているのに対して、本研究は聴き手の感性評価を包括的に対象としている。アマチュア歌唱音声に対する印象評価の構造を明らかにするだけでなく、歌唱音声の音響的特徴と印象評価の関係を明らかにし、自動推定および可視化を可能としたことは、世界的にみても本研究が初めてである。
- 3.4.2 歌唱音声の可視化の試みはこれまでも行われてきたが、歌唱音声に対する感性評価の視点から最適な可視化手法を実験的手法によって検討された研究は少ない。
- 3.5 本論文の学術的意義・社会的意義：本論文は以下の点において学術的・社会的意義がある。
- 3.5.1 人間の音声に対する科学的探究は 20 世紀初頭から継続的に行われ、コンピュータサイエンスが寄与するようになった 20 世紀後半以降大きく発展した。当初は言語内容を伝達する機能が探求の対象であったが、21 世紀になってからは付随

して伝達される情報（パラ言語情報など）が主要な関心になっている。本研究は歌唱音声の領域で、声質やゆらぎなどの微細な要素によって伝達される情報について、過去の音声科学の成果を基盤として探求を重ね、歌唱音声科学研究の可能性を広げた。

- 3.5.2 アマチュア歌唱者のポピュラー音楽歌唱スキルトレーニング支援への本研究の寄与には実利的な意義が見いだせる。歌唱音声科学研究の成果である VOCALOID を代表とする歌声合成技術が社会的・文化的に大きなインパクトを与えたように、本研究の成果が実用化されれば歌唱文化の拡大に貢献できる可能性がある。
- 3.6 本論文の人間科学に対する貢献：本論文は、以下の点において、人間科学に対する貢献がある。
 - 3.6.1 歌唱音声情報処理研究には音響物理的なアプローチのみの研究が多いが、本研究はそうした研究とは一線を画す。心理学や感性工学の手法を導入し知見を活用する本研究の学際的な取り組みは、人間科学の領域に歌唱音声およびそれを対象とした技術の実現を新たな探求の対象として加えることに貢献する。
 - 3.6.2 音声科学分野は、人間的事象を複眼的な視点で学際的に探究する点で、人間科学の一部として位置付けることができると考える。本論文は、音声科学分野における歌唱音声伝達するパラ言語情報を扱っており、この課題に取り組むうえで有効な研究方法を示すことができている。

- 4 本論文の内容（一部を含む）が掲載された主な学術論文・業績は、以下のとおりである。

金礪愛，中野倫靖，後藤真孝，菊池英明，2016，歌声の印象評価尺度の構築に基づく多様な印象の自動推定手法，情報処理学会論文誌，Vol. 57, No. 5, pp. 1375-1388，情報処理学会。（査読あり）

Kanato, A.，Nakano, T.，Goto, M. & Kikuchi, H.，2014，An automatic singing impression estimation method using factor analysis and multiple regression, Proceedings of the 40th International Computer Music Conference and 11th Sound and Music Computing Conference (Joint ICMC SMC 2014 Conference), pp. 1244-1251. （査読あり）

金礪愛，菊池英明，2018，歌唱音声における声質の特徴と想起される色の関係，日本感性工学会論文誌，Vol. 17, No. 1, pp. 109-118，日本感性工学会。（査読あり）

- 5 結論

以上に鑑みて、申請者は、博士（人間科学）の学位を授与するに十分値するものと認める。

以 上