

氏名	チョ チャン シク 趙 章 植 CHO JANGSIK
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	博第816号
学位授与の日付	平成24年3月23日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項該当 課程博士
学位論文題目	Study on Detecting Emotion from Voice Based on a Bayesian Approach (ベイジアンアプローチに基づいた発話音声からの感情推定に関する研究)
論文審査委員	主査 准教授 加藤昇平 教授 内匠逸 教授 梅崎太造

論文内容の要旨

人間は社会生活において他者とコミュニケーションすることで共に生活する。人間のコミュニケーションは単に情報の伝達や共有だけでなく、互いの感情や情動を把握して自分の感情を相手に表出する感情的なインタラクションとしての役割を担っている。また、国際化の進展に伴いメディアコンテンツや人物間の国際交流が活発になり、他国者の感情に対する理解や共感が求められる機会が益々増加している。このように人間の生活では感情を理解することが重要である。そのため、人間とコミュニケーションを行うロボットについても感情を理解する機能を持たせることで、人間の生活をより円滑に支援することが期待される。本論文では、この背景のもとで、ベイジアンネットワーク（BN）に基づいた発話音声からの感情推定法に関する研究を行った。

第一章では、発話音声からの感情推定に関する関連研究、感情とコミュニケーション、感情推定モデルとして提案するベイジアンネットワークについて述べる。

第二章では、音声からの感情推定法として、K2 アルゴリズムを用いた BN モデルを提案する。BN は確率変数の間に因果関係を構築し、条件付き確率で表す確率推論モデルであり、欠損した情報を変数間の因果関係により推論できる長所を持つ。また、K2 アルゴリズムは因果関係の構築に優れた性能が報告されているため、感情推定モデルとして採用した。

実験では、不特定話者が感情を込めて発話した自由発話文の音声データを対象とし、その音声から感情表現に関連があると言われている韻律特徴を感情推定の特徴として採用し、K2 アルゴリズムを用いて BN モデルを構築し推定を行なった。本章では、1つの多感情推定モデルのみによる「単純推定法」と「2段階推定法」を用いた。「2段階推定法」は「単純推定法」の推定結果のうち、推定された感情の確率値が設定した閾値を超えない音声のみに対して、その上位 2 感情で再推定を行う手法である。音声からの感情推定実験を実施したところ、まず、BN を用いた提案手法では韻律特徴の欠損にも対応可能であった。次に、「2段階推定法」は「単純推定法」と比較して高い正答率を確認した。

第三章では、2感情組み合わせ毎に変数選択を行なった BN モデルを用いた確率重み Pairwise classification 感情推定法を提案する。Pairwise classification は多クラスの問題を複数の 2 クラスの組み合わせ毎の判別器を用いて判別する手法である。本研究では、不特定話者の音声を対象として、個人差による性能低下が発生したため、複数の単純な 2 感情推定から性能の向上を図る。また、確率値を重みとして与えた Pairwise classification を採用することで各推定器から投票する単純投票で発生する複数の感情が推定される問題が解決できる。また、2感情組み合わせごとに変数選択を行うことでそれぞれに準最適な特徴群からモデルの構築と推定を行った。実験では、第二章と同様の発話音声から韻律特徴を抽出して BN 判別器の一つである Tree Augmented Naive Bayes (TAN) を用いて 2感情組み合わせ毎に感情推定モデルを構築した。感情推定実験の結果から、提案手法は変数選択を加えた1つの多感情推定モデルと変数選択なしの Pairwise classification に比べて双方よりも高い正答率が得られ、提案手法の有効性が確認された。さらに、単純投票とそれぞれの TAN モデルからのすべての推定確率値を感情毎に合計する合計確率法と比較して、双方よりも高い正答率が得られた。

第四章では、異文化圏として日本と韓国を取り上げ、それぞれの BN 感情推定モデルを用いた日韓交差感情推定実験を行うことで日本と韓国の感情発話音声に見られる感性を比較し考察を行う。実験では、第二章と同様に日本と韓国の感情発話音声の韻律特徴を抽出して、日本人と韓国人が音声に対して持つ感情推定の感性をそれぞれモデル化した。感情推定実験では、まず、同言語の発話音声から感情推定実験を行い、それぞれのモデルが自国の感性を表現することを確認した。その後、他言語の発話音声を入力することで交差感情推定実験を行い、日本人と韓国人の感性を比較した。実験結果、多くの韓国人の発話音声は日本の感情 BN モデルにより「怒り」で推定されることが確認され、多くの日本人の発話音声は韓国の感情 BN モデルにより「悲しみ」で推定されることが確認された。

第二章と第三章の研究は、今後ロボットの感情豊かなコミュニケーションにおいて感情理解機能としての応用が期待され、第四章の研究は、異文化間コミュニケーションを補助するロボット開発の基礎研究として貢献することが期待される。

論文審査結果の要旨

人間は他者とのコミュニケーションを取りながら生活をしており、より円滑なコミュニケーションを実現するためには相手の感情を理解することが重要となる。そのため、人間とコミュニケーションを行うロボットに感情を理解する機能を実装することでより感性的な生活支援が期待される。本論文の前半ではベイジアンネットワーク (BN) に基づいて発話音声から感情を推定する手法を提案し、後半では提案した感情推定法に基づいて日本と韓国の音声をを用いた感情推定結果から両国の感性の比較を行っている。

第一章では、発話音声からの感情推定に関する関連研究、感情とコミュニケーション、感情推定モデルとして採用するBNについて述べている。

第二章では、音声からの感情推定法としてK2アルゴリズムを用いたBNモデルを提案している。K2アルゴリズムはBNモデルの因果関係の構築に有効であることが報告されている。発話音声は不特定話者が発話したものを対象とし、BN感情推定モデルは音声の韻律特徴からK2アルゴリズムを用いて構築している。まず、多感情を1つのモデルで推定する「単純推定法」による推定、および結果の考察を行っている。そして、「単純推定法」で推定された感情の確率値が設定した閾値より小さい音声に対して上位2感情のみで推定を行う「2段階推定法」を提案し、感情推定実験において「2段階推定法」は「単純推定法」に対して推定性能の向上が確認されている。

第三章では、BNを用いたpairwise classification感情推定法を提案している。pairwise classificationは多クラス問題を2クラス毎の複数の判別器により判別を行う手法である。提案手法では、音声の韻律特徴から2感情組み合わせ毎に変数選択で有効な特徴群を選択してモデルを構築し、それぞれの推定器から推定された感情の事後確率値を確率重みとした感情推定を行っている。感情推定実験を行ったところ、提案手法は全感情に対する変数選択で選択された特徴を用いた判別モデルに比べて高い推定性能を実現している。また、従来の単純投票型のpairwise classificationに比べても高い正答率が得られている。以上から、提案手法が多感情推定において有効であることを確認している。

第四章では、音声の感情表現は言語文化に依存することに着目して、異文化圏として日本と韓国を取り上げ、日本人と韓国人の感情発話音声に見られる感性について、前章で得られたBNモデルを応用した日韓交差感情推定を行うことで実験的に比較し考察している。実験の結果、多くの韓国語の発話音声は日本語音声のBNモデルにより怒りで推定されることが明らかになり、多くの日本語の発話音声は韓国語のBNモデルにより悲しみで推定されることが確認された。本章で提案した要素技術を自動翻訳技術に併用することで、言語情報だけでなく感性の疎通を実現するコミュニケーションツールを開発できる可能性が示唆された。

第五章では、本研究をまとめ、ヒューマンロボットインタラクションの実用システムを見据えた今後の展望について述べている。

本論文は、発話音声に見られる感情表現要素である韻律特徴を用いたBN感情推定を提案しており、その有効性を示している。本研究の成果は、3編の学術雑誌論文および5編の国際会議論文（いずれも審査あり）として発表されており、感性会話ロボティクスの学術・技術的な発展に貢献することが期待される。以上を総合して十分に審査した結果、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるとの結論に至った。