

自己評価報告書

平成23年 5月15日現在

機関番号：13903

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：平成20年度～平成23年度

課題番号：20700199

研究課題名 (和文) 感性情報のグラフィカルモデルに基づいた感性ロボットのための感情制御モデル

研究課題名 (英文) Graphical Model-based Emotion Control for *Kansei* Robot

研究代表者

加藤昇平 (KATO SHOHEI)

名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：70311032

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性ロボティクス, ロボットの感情認識・生成・制御, グラフィカルモデル, 感情身体動作表出, 感性インタラクション

1. 研究計画の概要

本研究では、ロボットと人間のより豊かなコミュニケーションを実現するための要素技術を研究し、感性情報処理に基づいた擬人化ロボットの新しい制御手法として、感情認識および感情表現の工学的制御手法を提案する。先行研究において開発したロボットを本研究の基盤ツールとして、本申請研究の期間内に、ロボットを擬人化して、1) ロボットが対話相手の感情を認識し、2) 人間と同様に心理的な内部感情が移り変わる機能を持ち、3) 発話と表情が整合性に富んでいてかつ自然観を持つ、制御方式を明らかにする。これらの研究を通してロボットの普遍的感情表現と表情表現手法について明らかにする。さらに、ロボットの感情制御を時間的に自律進化させる手法を数理モデル化しソフトウェアとしてロボットに搭載する。

2. 研究の進捗状況

【平成20年度】 初年度の研究として、ロボットの感情表現および感情認識のための基本技術について研究・調査し、以下の要素技術を確立した。

まず、ロボットが音声認識した話者の発話音声から、感情を認識するために有用な特徴量情報として音声韻律特徴を抽出する基礎プログラムを作成した。そして、特徴選択のアルゴリズムとして、主成分分析や判別分析の多変量解析計算技術を組み込んだベイジアンネットワークモデル、ならびに、同グラフィカルモデル上での他段階推定アルゴリズムを考案し、音声からの感情推定のプログラムを試作した。

これに併行して、ロボットの全身運動を用いた感情表出を実現する本研究目標に対して、今年度では、まずモーション情報から動作の特徴量を抽出する手法を提案し、ヒューマンフォームロボットの身体動作と動作体から受ける感情との関係を明らかにした。

【平成21年度】 2年目の研究として、20年度の研究で得られた、ロボットの感情表現および感情認識のための基本技術の確立、ならびに、ロボットの感情空間の構築についての理論と技術の研究成果を基にして、以下の感情制御モデルの理論と技術を構築した。

性格付けを考慮したロボットの感情遷移モデル：自らの内部モデルによって感情が生起し、話者からのコミュニケーションに反応して変化する感情遷移のモデルを考案した。対話者との音声会話からロボット内部の快—不快および覚醒—眠気のレベルを数値化する計算方法を考案し、内部に設定した4つの状態（「喜怒哀楽」に相当）間を自律遷移する数理モデルを実現した。

【平成22年度】 3年目の研究では、21年度までの研究で得られた研究成果を基にして、以下の感情制御モデルの理論と技術を構築した。

ベイジアンクラシファイアにもとづく話者音声・顔表情からの感情推定：話者の発話音声からの感情推定では、ペアワイズクラシファイアモデルを構築し感情対毎に適切な特徴量を選択できる機能を考案した。各感情対の分類器における勝者確率和の投票集計方法

を考案し感情推定正答率の向上を実現した。顔表情からの感情推定では、部位間の因果関係をベイジアンネットワークで構築した後に感情推定ノードとのリンク結合をナイーブベイズ法で与える方法を考案し、隠蔽に頑健な推定モデルの構築に成功した。

ラバン特徴量を用いた身体運動への感情付与：ロボットの関節軌道と角速度、四肢先端の方向ベクトル・加速度を用いてラバン身体運動理論に基づいた運動の特徴量計算法を確立し、これを身体運動における感情表出へ応用した。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

前節で述べた研究結果は、研究代表者らが参画している産学共同プロジェクトにおいて過去に共同開発された感性会話型ロボット ifbot, ならびに小型ヒューマンフォームロボット KHR-2HV 上に試作実装され、会話実験等を行うことでその効果が検証されている。また、これらの研究成果は以下の学術論文などの成果物として公表されている。

雑誌論文：32編（すべて査読付）

国際会議論文：22編（すべて査読付）

国内口頭発表：45件（うち招待講演2件）

図書：2編（分担執筆）

特許：1件（出願）1件（取得）

学会論文賞：1件

口頭発表奨励賞：7件

4. 今後の研究の推進方策

最終年度として、20～22年度の研究で得られた、ロボットの感情表現および感情認識のための基本技術の確立、ならびに、ロボットの感情空間の構築についての理論と技術の研究成果を基にして、以下の感情制御モデルの理論と技術を高度化する。

感情認識エンジンの高度化：人間の音声や顔表情による感情表出は複数の要素から組合せられていると考えられる。本計画では、重要度重付きなどの転移学習の概念と感情クラスの細分化の技術を融合することにより、個人差の影響を受けにくい感情認識アルゴリズムを提案する。

インタラクションによる性格付け：ロボットが対人のインタラクションに応じて独自の個性を獲得することは、人間のロボットに対する感情移入度を向上させると考えられる。本計画では、個性を決定付ける要因として「性格」に着目し、サイモンズの養育態度尺度と対人感情の心理モデルを基に、ユーザの行動選択傾向からロボットの性格付けを行う手法を提案する。

人間とロボットのインタラクションの枠組み提案：最終年度の研究計画として、本研究で開発した機能を有するロボットと人

間の望ましいインタラクション枠組みを模索する。相槌、うなずき、交替潜時、精神リズム、同調、ゆらぎ、などをキーワードとして開発したインタラクションのエンジンをロボットに実装し、対話実験、心理評価を通じてシステムを構築する。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計4件）

1. 伊藤千加, 加藤昇平, 伊藤英則, 感性会話ロボットの性格付けとその心理評価, 日本感性工学会論文誌, Vol. 8, No. 3, pp. 899-906, 2009. 2, 査読有.

2. 趙章植, 加藤昇平, 伊藤英則, ベイジアンアプローチに基づく感情発話音声からの感情推定における日韓感性の比較, 日本感性工学会論文誌, Vol. 8, No. 3, pp. 913-919, 2009. 2, 査読有.

3. 石田 稔, 加藤昇平, 加納 政芳, 伊藤 英則: 関節制御の動的受動化とCPGに基づく二足ロボットの歩容生成, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), Vol. 21, No. 6, pp. 1103-1114, December, 2009.

4. 増田 恵, 加藤昇平, 伊藤英則, ラバン理論に基づいたヒューマンフォームロボットの身体動作の動作特徴抽出と表出感情推定, 日本感性工学会論文誌, Vol. 10, No. 2, pp. 295-303, 2011, 査読有

〔学会発表〕（計1件）

1. Megumi Masuda, Shohei KATO, Motion Rendering System for Emotion Expression of Human Form Robots Based on Laban Movement Analysis, 19th IEEE International Symposium in Robot and Human Interactive Communication (Ro-Man2010), 2010/9/13-15, Viareggio, Italy, 査読有

〔図書〕（計1件）

1. Shohei KATO, Minoru Ishida, Intech, Biped Robots (chap. 11), 322 pages, 2010

〔産業財産権〕

○出願状況（計1件）

名称：認知機能障害危険度算出装置, 認知機能障害危険度算出システム, 及びプログラム

発明者：加藤昇平, 小林朗子, 小島敏昭, 伊藤英則, 本間昭

権利者：名古屋工業大学, イフコム, 本間 昭

種類：日本国特許

番号：特願 2010-134403

出願年月日：2010. 6. 11

国内外の別：国内特許

〔その他〕

ホームページ

<http://www-katolab.ics.nitech.ac.jp>