

プログラム名：脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現

PM名：山川義徳

プロジェクト名：脳ロボティクス

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 28 年度

研究開発課題名：

対話健康支援ロボティクス

研究開発機関名：

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

研究開発責任者

住岡 英信

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本グループでは、主に脳情報による相手の対話状態予測システムの研究開発に取り組みながら、脳情報に基づいた相手のホルモン状態予測モデル構築を行い、対話健康支援ロボットの実現を目指す。その中で本年度は相手の対話状態予測システムの研究開発に以下の3点を目標に研究を進めた。

- 1 <ロボットとの対話実験の実施と分析> ロボットとの対話を行っている際の脳情報から、話の理解度を推定する識別器を構成するためのデータ収集を行う。また、ロボットを介さずに対面対話を行う場合や異なるロボットを用いた実験を行ない、ロボットの効果についても脳情報を元に評価する。
2. <予測器の構成と検証> 収集したデータを用いて話の理解度を推定する識別器を構成する。既存の手法とも比較を行いながら、70%程度の精度で理解度や興味度などを出力する識別器の構成を目指す。
3. <脳状態フィードバックシステムの試作機構築> 構成した識別器を用いて、対話相手の話に対する状態をロボット操作者に呈示するシステムを構成する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

- 1 <ロボットとの対話実験の実施と分析> 計画していた通り、ロボットから話を聞いている際の被験者の脳活動データの収集を簡易 NIRS 装置や EEG を用いて行った。被験者として高齢者・若者両方からのデータを収集し、会話を聞いている際だけでなく、話しているときや、会話に必要な認知能力である作業記憶に関する課題を行っているときなどの脳活動データも収集した。また、阪大石黒グループと連携しながらロボットから話を聞く場合と、人やスピーカー、テレビ電話から話を聞く場合で脳活動に異なる反応が起こることもいくつかの比較実験から明らかにした。この結果については論文誌に投稿予定である。さらに阪大中江グループと連携しながら、対話ロボットとの対話による内分泌・免疫系の変化も調査中である。
2. <予測器の構成と検証> 計画していたとおり、収集したデータを用いて話の理解度を推定する識別器の構成に取り組んだ。まず、脳活動データともに収集した話に対する主観的印象や課題の成績を推定する識別器を構成するのに適切な特徴量や機械学習手法について、従来研究も参考にしながら検討した。その結果、時間平均等の従来使用されている特徴量に比べ、差分エントロピー (Differential Entropy:DE) が有望な特徴量であることが分かった。DE を用いて、認知的負荷の異なる聴覚課題に取り組んでいる際の脳血流量から、負荷の度合いを識別する識別器を構成した結果、約 75%の識別精度を示した。これはサポートベクターマシン (SVM) など既存の手法に比べて優れた能力を示していた。

3. <脳状態フィードバックシステムの試作機構築> 計画していたとおり、構成した識別器の出力結果をロボット操作者に呈示するシステムを構成した。現在、出力結果を用いて操作者はどういったフィードバックを対話相手に行うべきかや、フィードバックによって、対話相手が持つロボットや操作者に対する印象に変化があるかについて調査を進めている。

2-2 成果

本年度は特に予測器の構成と検証において、2つの研究が成果として発表された。話の興味度や理解度を推定するという課題においては、話に対する感情的な状態推定と認知的な状態推定が含まれるため、これらの検討を行った。前者は IEEE-INNS International Joint Conference on Neural Networks で承認され、後者は Frontiers in Human Neuroscience にて発表された。以下ではそれぞれについて報告する。

【脳情報を用いた感情の状態推定】

話に対する興味は人の感情に関係すると考えられる。そのため、人の感情を脳活動から識別する方法について、従来研究でも使用されている感情想起時の EEG データベースを用いて検討した。これまでの研究では、深層学習を用いた多層ニューラルネットワークを用いたものが提案されているが、感情想起時のようなデータサイズの小さい課題においては、学習に十分なデータを得ることができないという問題がある。そこで、できるだけ少ない層で十分な識別性能を示すネットワークとして、隠れ層のノードの重みの更新に感情ラベルに応じた係数を含めることで、それぞれの感情状態の推定精度を高めることに取り組んだ。その結果、提案手法は SVM や深層ニューラルネットワークを用いた従来研究で報告された手法を上回る精度を示した。また、これまでの研究で入力に使用されていたパワースペクトラム密度などの特徴量に比べて、DE は高い精度を示すことも分かった。

【脳情報を用いた認知負荷の状態推定】

話を理解しているかどうかを推定する第一歩として、難しい話題を聞いているかどうかを脳活動から推定することに取り組んだ。近赤外線分光法装置 (NIRS) で得られる脳血流量は、聞いている課題がその人にとって難しくなると次第に値が上昇することが過去の研究から知られている。そのため、難しさの異なる話題を聞いている際の脳血流量データから、話題の難しさに応じた脳血流量の変化がはっきり識別されるような状態空間への変換を学習し、難しい話題を聞いているかどうかを評価できる方法を構築した (参考図)。

実験では、対話に必要な認知機能の1つであるワーキングメモリに注目し、この能力を測る代表的な課題である、n-back 課題を2種類の異なる難易度で被験者に聞いて取り組んでもらった。その際に得られた28名の脳血流量データを用いて複数の既存手法を学習させ、被験者がどちらの課題に取り組んでいるか判別する性能比較を行った結果、提案手法は約75%の精度を示し、他の手法に比べて統計的に有意に優れた性

能を示すことがわかった。また、脳血流量の変化には性差があり、男女別に評価した方が80%を超える精度を示すこともわかった。

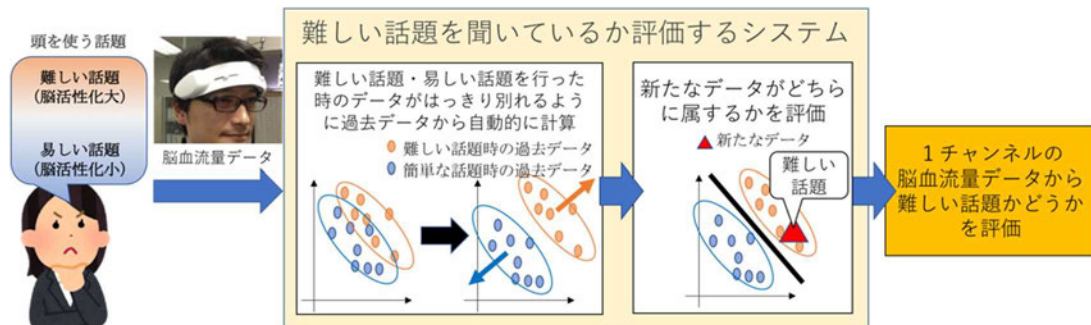


図 1 提案手法の概要

2-3 新たな課題など

今回、脳情報を用いた認知負荷の状態推定において構成した識別器は、ワーキングメモリ課題に特化しているため、実際の会話における話の難しさを識別できるかは明らかでない。そのため、被験者に様々な会話を行ってもらい、その際の話に対する印象と、識別器の出力との関係を検討する必要がある。また、会話においてはワーキングメモリの能力以外に言語理解の能力も必要となる。言語的、知識的な難しさについても構成した識別器が識別可能についても検討する必要がある。

興味については、脳活動以外にも姿勢や視線が多くを情報を含んでいるということが多くの研究で報告されている。そのため、これらの情報も踏まえて検討することも必要である。

3. アウトリーチ活動報告

本グループの取り組みの概要と研究成果、今後の研究計画について ATR オープンハウス 2016 にて一般市民に紹介するポスター発表を行った。