

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 2 7 年 度

研究開発課題名：

運動・対話活性化ロボット

—対話機能活性化システム—

研究開発機関名：

国際電気通信基礎技術研究所

研究開発責任者

山崎竜二

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

本研究の課題である対話活性化ロボットの開発では、高齢者の対話中の脳機能を活性化するため、支援システムの開発を目指す。高齢期には、退職後の孤立など認知機能低下のリスクが多数生じ、脳の不活性が問題となる。これまでテレノイドというロボットによって高齢者の対話を活性化する効果が明らかになってきた。しかし、ロボットを遠隔操作するオペレータが、対話中、高齢者がしっかり頭を使って話をしているのかを確認することは困難である。脳機能を活性化し、新しい話題にも頭を使えるように誘導するためには、高齢者が話を理解してついてこれているのか、興味を持って参加できているのかをモニタリングする必要がある。なお、高齢者に限らず、会話で相手が話を理解してくれているのかは分かりにくい。一目で信号機のように分かれば便利であるし、教育などでも有意義だと考えられる。

最終目標は、高齢者の理解度検出、オペレータへのフィードバックによる効率的な脳活性化である。平成 27 年度の目標は、対話中の脳活動の計測・センシングの結果から、対話戦略を修正する初期のプロトタイプシステムを開発することである。まず人同士の対話時に理解度を検出する識別システムを構築して精度評価を行い、次いでロボットを用いた対話による実験を進める。

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

本研究では、脳計測装置の中でノイズが乗りにくいとされる NIRS 装置を用いる。会話時のインタラクションを支援する NIRS の活用、とりわけ理解度の検出・制御は、脳研究の中で新しい試みである。NIRS で対話中の前頭葉の活動、脳血流量の変化を測定し、同時に体動の検出に Kinect センサを使い、それらのデータを基に理解度を識別する分類器を試作した。当初の予定通り、まず人同士の対話時に理解度を検出する識別システムを構築して精度評価を行い、次いでロボットを用いた対話による実験を進めた。現在は識別器の精度向上に向けて集めたデータを整理して分析中であるが、高齢者の生体情報のセンシング、理解度の識別結果に基づき、そのフィードバックを受けて対話者・オペレータが対話戦略を修正できるプロトタイプシステムを開発するには至らなかった。

2-2 成果

理解度・関心度の識別器を作るため、人同士の対面での対話実験を進めた。まず NIRS による前頭葉の活動の測定で理解度を識別する見込みがありそうかを探るため試験を行った。ImPACT の他グループの協力により NIRS 装置（島津製作所製）を使い、被験者 1 名を対象に対話中の前頭葉の活動、酸化ヘモグロビン（Oxy-Hb）と還元ヘモグロビン（Deoxy-Hb）の濃度を測定した。簡単な話の条件と難しい話の条件で 1 分間の対話、前後 30 秒の休憩を取り、各条件を 5 回繰り返した。各対話直後に被験者に自己報告してもらい、平均の理解度は簡単な話で 9 割、難しい話で 1 割であった。難易度の高い話題では、Oxy-Hb 濃度の上昇と Deoxy-Hb 下降で濃度差が生じ、前頭葉の活性度が高まる傾向が見られた（図 1）。

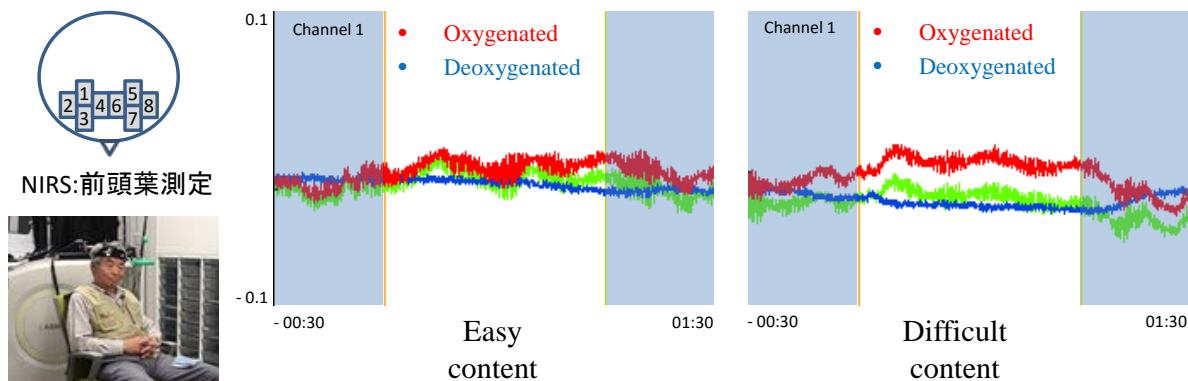


図 1. 対話中の NIRS による前頭葉の酸化・還元ヘモグロビン量の測定

さらに対話中の前頭葉の脳血流データを集めるため、また将来の家庭での使用も想定してシンプルな装置を選び、簡易に持ち運べる小型のポータブル NIRS（協力会社提供）を用いた（図 2）。従来の NIRS は 2 波長で Oxy-Hb, Deoxy-Hb を計測するが、使用した NIRS では、光の波長が 810nm 付近の 1 波長で Total-Hb のみを計測する。チャンネル数は左右に 1 つずつの合計 2 つ、それぞれのチャンネルで 3cm と 1cm の深度で計測する仕様となっており、眼鏡をかけるように簡便に額に装着することができる。

被験者は実験者と対面で 1 回 5 分の対話セッション、前後 1 分の安静を繰り返し行い、安静、対話中の脳血流と体動の変化を、NIRS と Kinect を同時に用いて計測した。話題に難易度の差を設け、高齢者にとって趣味など日常の簡単な話題から、無限論などの難しい話題で 3 条件（Easy – Middle – Difficult）設けた。後処理で 3 名の実験補助者が互いにブラインドでラベリングし、高齢者が話をわかっているか、興味を持っているのかを評定してラベル付けを行った。図 3, 4 の例のように、簡単な話題では、会話によくジェスチャーが伴うが、血流はあまり増えない傾向が見られる。反対に、難しい話題では、ジェスチャーが減り、血流が増える傾向が見られた。

NIRS と Kinect で取得した被験者 9 名分（平均 65 歳）の合計 4.5 時間（1 名当たり対話 1 回 5 分×3 条件×各条件 2 回）の対話データを利用し、観察者 3 名によるラベルは「わかっている」「わかっていない」のどちらかに設定して複数人で一致したラベル、つまり理解レベルを予測する分類器を試作した（図 5）。

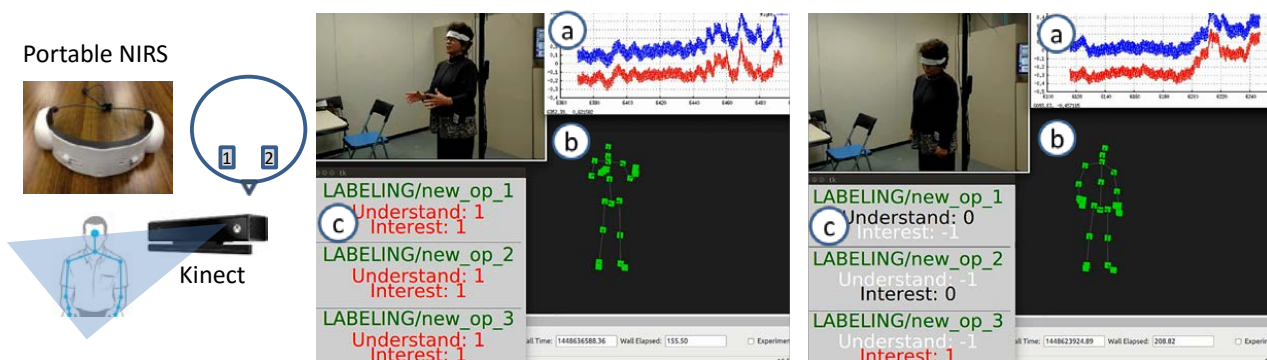


図 2. 利用したセンサ 図 3. Easy 条件：簡単な話題で反応 図 4. Difficult 条件：難しい話題での反応
a. NIRS：脳血流量(Total-Hb)左右 2 チャンネル、b. Kinect、c. 観察者のラベル

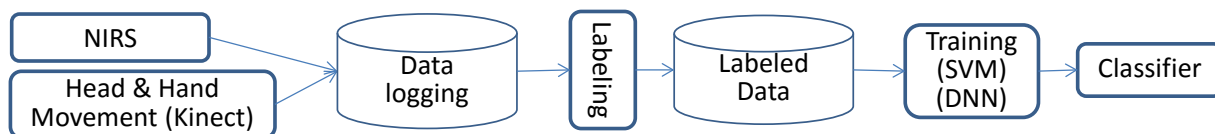
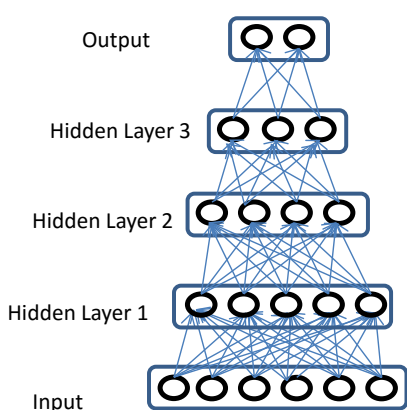
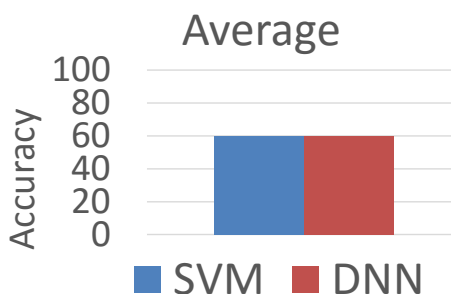


図 5. データ処理の流れ



識別のためのネットワーク構築
(Stacked Denoising Auto-Encoders)



Accuracy Average	
SVM Linear	Stacked Auto-Encoders
60.02	60.00

識別精度を評価:理解度

図 6. ニューラルネットワークの構築との識別結果

識別には、線形 SVM を用いるとともに、ImPACT の他グループからアイデアを得てディープラーニングのフレームワーク (Stacked Denoising Auto-Encoders) を利用し、3 層の隠れ層をもつネットワークを独自に実装した (図 6)。トレーニング用データでは、セッション開始の 10 秒後から、サンプリングレート 100ms の NIRS と Kinect の値について直前の 10 秒分ずつまで用いるようにしてスライドさせてベクトルを作成し、テスト用データでも同様に 10 秒分ずつを用いた。結果、SVM と同様にディープラーニングを用いた識別率は 60% となり、セッション間の汎化が弱かったため、改善のための工夫が必要である。

2-3 新たな課題など

識別精度の向上を図ることが課題である。データセットが少なかったためデータ数を増やす必要があり、人同士の対話で 20 名の実験を行い、さらにロボットを用いた対話で 20 名を被験者にデータを収集した。データを整理して個人や性別、話の難易度別に平均や散布度などの記述統計的な予備的分析を行い、ラベル情報の扱い方や音声などの情報も扱う方法を検討しつつ、より精度の高い分類器を実現するための特徴抽出、モデル構築を図る。映像とともにデータを詳細に観察し、脳血流の変化や体動の影響を見つつ、周波数分析などを行いながら状態変化の中で効いている特徴を取り出す課題がある。ロボットを用いると、話からそれてロボットに興味を示す影響もあり見られることから複数回の実験も必要と考えられる。対話中の計測は動作によるノイズが大きく、NIRS と頷きとの関係を明らかにする必要、アーチファクトの除去の課題もある。対策として動作検出の精度を高めるため、Kinect の代わりにモーションキャプチャ装置による頷き検出を行っている。人同士とロボットを用いた対話の違いを検証しつつ、個人向けに分類器を作り、同じ被験者で経過を追っていくことが必要である。これと並行して、識別結果に応じてオペレータが話し方を変え、高齢者をうまくリードできるように、対話誘導法の確立を目指す。

3. アウトリーチ活動報告

無し