

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：

アンドロイドフィードバック

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

西尾 修一

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

H28年度は、ステージ1の成果をもとにアンドロイドへ追加する人工肢を設計・開発するとともに、この追加肢をBMIにより制御可能な手法を開発する。H29年度4月-9月には、ステージ1での訓練手法を見なおし、アンドロイドからのフィードバックからより高い効果が得られるよう、訓練手法の改善を行う。またMEGによるトレーニング時の脳活動変化の測定と追加訓練を行う。

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

研究計画について、PM・研究総括と議論を定期的に行うとともに、アンドロイドへ追加する人工肢（3本目の腕）の設計・開発を行った。また被験者にアンドロイドや測定脳波からのフィードバックを与えることで、制御性能の向上を図るとともに、この手法を用いて追加肢のBMI制御実験を開始した。更に、阪大チームに協力し、MEGによるアンドロイドのリアルタイム制御、及びアンドロイドをBMI制御している際の脳活動変化測定に向けた検討・開発を進めた。

以上の結果から、本年度は当初目標通り順調な進捗を達成している。

2-2 成果

まず本年度、アンドロイドへ追加する人工肢（3本目の腕）の設計・開発を行った。アンドロイドに追加するだけでなく、人に付与することもできるように、右図のように独立した機構とした。また安全な動作を実現するため、空力アクチュエータによる10軸構成の腕を開発した。なお、人やアンドロイドの背後に設置して使用するため、腕は通常の人より長くしてある。



BMIについては、昨年度の結果から、アンドロイドによるフィードバックを与えることで、運動イメージ想起（motor imagery）によるBMI手法で用いられる事象関連脱同期（event-related desynchronization）反応は強くなるものの、BMI自体の性能に変化が見られないことがわかった。本年度はこの問題に対して、以下の4つの方法で解決を試みた。

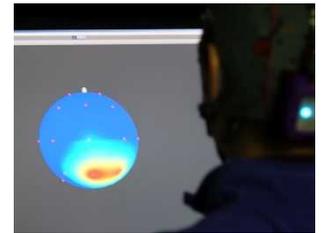
- a) ディープラーニングによるBMI
- b) アンドロイドからのフィードバック強化
- c) 脳反応の直接的なフィードバック
- d) 目的志向動作の想起によるBMI制御

まずa)については、運動イメージ想起の識別に用いられることが多いCommon Spatial Pattern (CSP)の代わりに、自己符号化器（オートエンコーダ）を用いたニューラルネットワークにより識別を試みたが、識別性能はほとんど変化が見られなかった。

次に b) については、ヘッドマウントディスプレイによるアンドロイドとの視点の共有と、アンドロイドの運動時に振動モータを用いて触覚フィードバックを与えることを試みた (右図)。結果としては、アンドロイドとの一体感が高まるものの、BMI 自体の性能はほとんど変化が見られなかった。100%の高い性能を見せる人もいる一方、50% (チャンスレベル) 以下になってしまう人もあり、運動イメージだけで検出可能な脳波パターンを出し続けることが難しい事がわかってきた。



そこで c) として、運動に限らず、出しやすい脳波パターンをまず求め、これを用いて BMI を行うことを試みた。まず被験者にリアルタイム (遅れ = 0.5 秒程度) で自身の脳波パターンを呈示し (右図)、特定のパターンが安定的に現れるようなイメージ (運動、記憶、味、など) を 10 個選ぶ。次に、選ばれたそれぞれのイメージを繰り返し想起してもらい、ここからすべての組み合わせで識別器を構成、安定した識別が可能なものを選択し、これを用いてアンドロイドを動作させる、という実験を行った。この実験も全体の成功率は低かったが (65%程度)、単なる動作や記憶の想起より、目的を持った動作を想起する場合に成功率が高くなる傾向が見られた。



そのため d) として、アンドロイドに目的を持った動作 (握手する、差し出されたペットボトルを掴む、など; 動作は固定) を行うことを想起させ、この際に現れる特徴的なパターン (特定周波帯のパワー) を抽出、アンドロイド操作に用いる実験を行った。この方式では、初めは動作を保持する (握手し続ける、など) ことが難しいが、試行を経るにつれ、徐々に安定して動作することがわかった。

アンドロイドの追加肢をこの方式で動かすためには、アンドロイドや被験者自身の 2 本の手の動作に加えて、更に三本目の腕を動かす必要がある。すなわち、単に自身の腕の動作をイメージするだけでは足りない。この点が可能かどうかを調べるため、被験者が両手を使用している状態で、追加肢で動作を行うことが可能かの実験を開始した。まだ少数の被験者での試行しか行っていないが、ほぼ全員が動作させることができています。



今後、被験者数を増やすとともに、現在被験者ごとに手動で設定している識別パラメータの自動化、アンドロイドによるフィードバック強化による追加肢操作の安定化を目指す。また、追加肢操作による認知能力強化に向けた検討を開始する。

2-3 新たな課題など

特に無し。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし。