

事象関連脱同期を用いた肢体不自由者と 介護者がともに楽しめるゲームの開発と評価

飛弾 功太 (920075)

指導教員：大須賀 美恵子

1. はじめに

脳波を利用して機器操作を行う装置 (BMI: Brain-machine Interface) の研究では、重度の筋萎縮性側索硬化症などの肢体不自由者の生活支援やリハビリテーション分野に関する研究が多く、肢体不自由者に楽しみを与えるという点に着目した研究が少ない。また、このような肢体不自由者は介護者などの身の回りの人との良好な関係を築くことが重要である。この2点を踏まえ、患者や障害者と介護者が一緒に楽しめるような何かを提供したいと考えた。脳波を用いた非侵襲 BMI には多々の手法があるが、事象関連脱同期(Event Related Desynchronization: ERD)を利用する手法は、直観的操作ができ、目への負担が少なく脳機能の回復や予防につながるという利点がある。ERD とは、脳の特定位点を使用したときに見られる脳波の α (8-13Hz) 帯域活動の減衰のことである[1]。以上より、本研究では ERD を用いた 2 択のクイズゲームを提案しプロトタイプを作成する。

2. システムのコンセプトと実装

先行研究[2]を参考に、電極装着負担の小さい方法で脳波を計測し、2 択クイズに対し左右の手の運動イメージ想起で回答させ、左右の ERD の大きさを比較して、解答を推定する。また、患者と介護者がともに楽しめるようなマルチプレイ機能やクイズエディター機能を付加する。

脳波は、試作品のペーストレス電極 (住友ベークライト社提供) をカチューシャ型の装着デバイスに取り付け、左右の体性感覚運動野 (国際 10-20 法の C3, C4) より Cz を基準電極として導出し、左右耳葉結合基準に変換した。Polymate-mini(ニホンサンテック社)を用い、時定数 0.3 s で増幅、サンプル周波数 500Hz で取得して、PC でデータを保存した。MATLAB を用いてスペクトル解析により、 α 帯域平均振幅のイメージ想起前後の変化率を求めて左右を判定した。ゲームは Unity で作成し、左右判定結果をテキストファイルで共有し、回答の正誤を画面に表示した (図 1)。

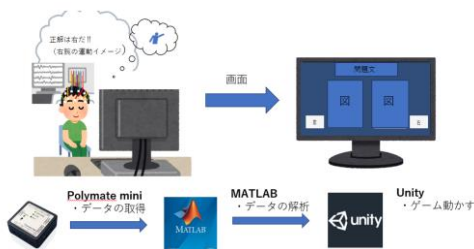


図 1 システム構成図

3. 予備実験(承認番号 2023-40)

予備実験では、運動イメージの種類 3 条件×手の左右 2 条件×閉眼・開眼 2 条件によるイメージ想起のしやすさの違いを ERD による左右判定の正判定率で比較した。運動イメージは①「手をグーパーする動作」②「手を横に振る動作」③「コップを持って縦に振る動作」とした。

表 1 に参加者 8 名の条件ごとの判定の正誤を示す。条件によってはチャンスレベルを上回る成績であるが、個人差も大きい。左右・閉開眼によらず動作③の正判定率が高く、左右については動作によって正判定率が異なり、閉開眼については差異が見られなかった。これより、本実験では、動作③を主に用いることとした。

表 1 ERD による左右判定正誤表

	動作①		動作②				動作③				参加者別の正判定率			
	開眼		閉眼		開眼		閉眼		開眼		閉眼		正判定率	左右
	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左		
ss1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	58%	17:100(%)
ss2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	50%	50:50(%)
ss3	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	8%	17:0(%)
ss4	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	58%	50:67(%)
ss5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	83%	100:67(%)
ss6	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	25%	33:17(%)
ss7	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	75%	50:100(%)
ss8	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	58%	50:67(%)
正判定率	13%	63%	13%	50%	63%	38%	63%	50%	63%	75%	63%	75%		
	38%		31%		50%		56%		69%		69%			
	34%		53%				69%							

4. 評価実験(承認番号 2023-40)

評価実験では、Unity で作成したクイズゲーム(図 3)を用いた。チュートリアルの後、クイズ 5 問に左右の運動イメージで答えさせ、ERD による左右の判定と実験後に報告させた参加者の回答の一致度を調べた。その結果、参加者 8 名全員がチャンスレベルの 50% 近辺となった。



図 2 クイズのゲームの画面

5. おわりに

本研究では、ERD を使ったクイズゲームを提案したが、判定に成功したとは言えず、運動イメージ想起の訓練方法や、判定に用いる区間やクイズの出し方を再検討する必要がある。また介護者とともに楽しむというコンセプトの実装は今後の課題となった。

参考文献

- [1]高橋光, 郷古学, 伊藤宏司: 運動想起フィードバック訓練による事象関連脱同期 (ERD) 出現の検証. システム制御情報学会論文誌, 2009, 22.5: 199-205.
- [2]木村俊介: 事象関連脱同期を利用したアバター操作インタフェースの開発と評価, 大阪工業大学卒業研究(2022)