

機関番号：82404

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21700590

研究課題名（和文） 色刺激を使用した視覚誘発型BMIによる使用感および入力精度の向上に関する研究

研究課題名（英文） Chromatic stimuli improve the comfort and the accuracy in P300 BMI.

研究代表者

高野 弘二 (TAKANO KOUJI)

国立障害者リハビリテーションセンター(研究所)・研究所・脳機能系障害研究部・流動
研究員

研究者番号：00510588

研究成果の概要（和文）：視覚刺激誘発型 BMI の実用化のため従来と比較し操作感の良い刺激の調査を行った。刺激の種類としては従来使用されている輝度変化に加え、安全性を高める緑/青の色変化を使用した。結果、緑/青の視覚刺激により使用感と精度が向上することが示された。その際の脳活動を MEG で計測、解析を行った。結果、後頭の視覚関連部位が両側で色刺激使用時に同期することが示唆された。これらの結果を元に判別手法を加えることで精度の向上が期待される。

研究成果の概要（英文）：To develop the practical BMI, we investigated the comfortable visual stimuli. The luminance visual stimuli were generally used in P300 BMI. In this study, we used green/blue, safety, chromatic stimuli for P300 BMI. The green/blue visual stimuli improve the comfort and the accuracy. We also recorded the brain activities by magnetoencephalography. As the result, the functional connectivities were observed between bilateral occipital cortices. Especially, the large connectivities were observed in green/blue condition. It is expected that these results were valuable to improve the accuracy of BMI.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,500,000	450,000	1,950,000

研究分野：脳神経科学

科研費の分科・細目：ライフサイエンス(共通基礎研究)

キーワード：ブレインマシンインターフェイス、視覚刺激、てんかん、脳磁図

1. 研究開始当初の背景

脳-機械インターフェイス(BMI)の研究は脳からの情報抽出と精製のための技術[Wolpaw et al. 2002, Thulasidas et al. 2006等]に関するものが主として行なわれているが、BMIはその仕組み故、四肢麻痺等の障

害を持った人々による使用が想定される。BMIには大きくわけて運動イメージ型と刺激誘発型の2種類があるが、刺激誘発型、特にその中でも視覚誘発型BMIはこれを利用した環境制御システムが研究、発表されており最も実用に近く、研究代表者の所属研究室から

も発表を行なっている(神作 2008, Komatsu et al. 2008)。

このように現実として BMI 装置の実用が近付いており、それに向けた装置の使用感等の心理的な観点からの研究や評価が重要と考えられる。しかし、これまでは信号の抽出などの技術的研究が主であり、実際の使用者を想定した安全性や使用時の快適さを考慮した研究は行なわれてこなかった。

2. 研究の目的

本研究は視覚誘発型 BMI を対象に機器の使用感や安全性といった問題へのアプローチを試みるものである。

従来の視覚誘発型 BMI は輝度の変化による点滅を用いた視覚刺激への注意による脳活動の変化を利用して入力を行なうため、過度の刺激を提示した場合、点滅によるチカチカとした感じや、それによる疲労などの使用感の低下を招き、場合によってはポケモン事件などで知られる光過敏性てんかんを誘発する可能性が考えられる。

そこで、本研究では視覚刺激を輝度変化から色変化に変更することで刺激強度の低減を行ない、視覚刺激による無意識応答に対するダイナミックな脳活動の構造に基づいた脳情報の効率的な取得により、視覚刺激の回数を低減することで、より使用感の良い視覚誘発型 BMI の実現を目指す。

3. 研究の方法

(1) 色変化刺激を利用した視覚誘発型 BMI による使用感と精度の評価

① 視覚刺激について

従来の視覚誘発電位を用いるブレインマシンインターフェイス(BMI)では主として白/灰の点滅による輝度変化を刺激として使用している(Blankertz et al. 2006)。また、刺激提示の周期についても使用効率の向上のために高速化が行なわれており、現状最速とされるものでは 0.8 秒間に 12 回の点滅(15Hz)での刺激提示を行なっている。この周波数は光過敏性てんかんを最も引き起こしやすい帯域であり、そこまでの事態に至らず



L 条件 C 条件 LC 条件

図 1 使用した視覚刺激

とも疲労感などを誘発することが考えられる。そこで光過敏性てんかんに関する先行研究(Parra et al. 2007)において最も低刺激かつ安全であることが示されている緑/青の色変化を提示刺激として採用した。

視覚刺激としては、輝度変化のみで刺激提示をした場合(L 条件)、等輝度での色変化のみで刺激提示をした場合(C 条件)、色変化と輝度変化を持つ場合(LC 条件)の3種類の刺激(図 1)を用いた。

② 課題について

被験者は指定された文字に集中するように課題を与えられた。刺激提示は一文字の入力につき各行列 10 回の点滅により行われた。各条件 15 文字の文字入力課題を行ない、その精度を評価した。

③ 計測について

提示刺激と脳波の記録を行った。脳波は gUSBamp (g.tec GmbH) を用いて頭皮上 8 箇所データを計測、記録を行った。

(2) 脳磁図を用いた視覚誘発型 BMI 使用時の脳活動の解析

① 視覚刺激について

緑/青を使用する色条件と、白/灰を使用する輝度条件の2種類刺激を使用した。

② 課題について

被験者は指定された文字に集中するように課題を与えられた。刺激提示は一文字の入力につき各行列 15 回の点滅により行われた。各条件 4 文字の文字入力課題を行ない、その際の脳活動について評価した。

③ 計測について

計測は 306ch で全頭の計測が可能な Elekta 社 Neuromag Vectorview を使用し行った。

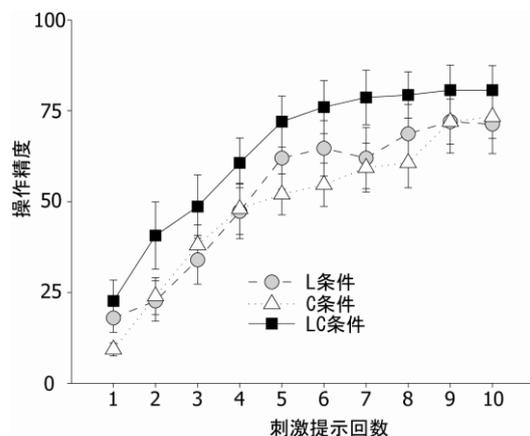


図 2 各条件での操作精度

4. 研究成果

(1) 色変化刺激を利用した視覚誘発型 BMI による使用感と精度の評価

10 人の右利き健常者を対象とし、精度について、オンライン、オフラインの両方で計算し、各条件で比較を行った。オンラインでの精度は、輝度変化のみである L 条件で 71.3%、色変化のみである C 条件で 73.3%、輝度と色の両方が変化する LC 条件で 80.6% となり、LC 条件と L 条件の間でのみ有意差が観察された ($t(9)=2.41, p<0.05, uncorrected$)。

オフラインでの精度を図 2 に示す。LC 条件と、他 2 条件 (L 条件、C 条件) での精度に有意差が観察された ($F(2, 270)=12.9, p<0.01, Tukey-Kramer\ test, p<0.05$)。

これらのことから、従来の輝度のみの条件と比較して色変化のみの条件でも輝度変化のみの条件と同等の精度が維持されること、また、輝度変化に色変化を加えることにより、精度が向上することが示された (Takano et al. 2009. 雑誌論文 2 番)。

(2) 脳磁図を用いた視覚誘発型 BMI 使用時の脳活動の解析

被験者に集中するように指示した文字が点滅した際の全頭の脳活動を、刺激提示時刻を 0 とし、700ms 分の波形を加算したものを図 3 に示す。P300 様の活動が後頭に顕著に観察されている。そこで後頭部に注目して、各センサ間の coherence を解析した (図 4)。青の線は色刺激、赤の線は輝度刺激の際に有意な相関が観察されたセンサを示している ($t\text{-test}, p<0.025\ uncorrected$)。この結果から、色刺激でより多くの左右後頭の脳活動の同期が存在していることが示された (Takano and Kansaku, 2009 学会発表 3 番)。

以上から、色刺激を使用することで視覚誘発型 BMI の精度が向上することが示され、その背景となる脳活動において、左右半球での

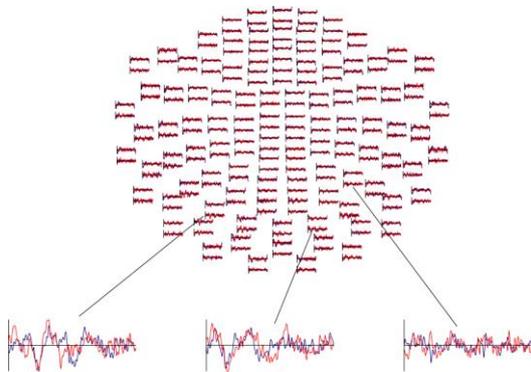


図 3 指定文字点滅時の脳活動

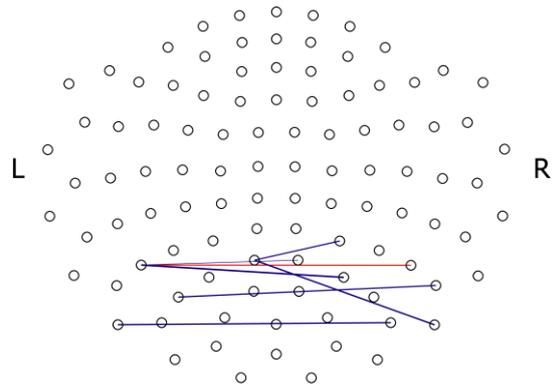


図 4 各センサ間の coherence

脳活動の同期が影響している可能性が示唆される。今後はこれらの結果を元に MEG や fMRI 等を用いたより詳細な背景脳活動の解析や、それらの結果を利用した高速で高精度の BMI の実現を目指したい。

5. 主な発表論文等

(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 3 件)

- ① Ikegami S, Takano K, Saeki N, Kansaku K., Operation of a P300-based brain-computer interface by individuals with cervical spinal cord injury. Clin Neurophysiol. 2011 May;122(5):991-6. Epub 2010 Sep 28. (査読有)
- ② Takano K, Komatsu T, Hata N, Nakajima Y, Kansaku K., Visual stimuli for the P300 brain-computer interface: a comparison of white/gray and green/blue flicker matrices., Clin Neurophysiol. 2009 Aug;120(8):1562-6. Epub 2009 Jun 27. (査読有)
- ③ Takano K, Hata N, Kansaku K. Towards intelligent environments: an augmented reality-brain-machine interface operated with a see-through head-mount display. Front Neurosci. In press. (査読有)

[学会発表] (計 4 件)

- ① Takano, K., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. AR-BMI operated with a HMD: effects of channel selection. The 40th Annual Meeting of the Society for Neuroscience 2010. San Diego, USA. 2010 Nov. 14. (査読有、ポスター)

- ② Takano, K., Hata, N., Nakajima, Y., Kansaku, K. Augmented reality-brain-machine interface operated with a see-through head mount display. The 33rd Annual Meeting of Japan Neuroscience Society 2010. Kobe, Japan. 2010. Sept. 3; (査読有、口頭)
- ③ K. TAKANO, K. KANSAKU; ” Neuromagnetic activities during the P300-BCI: A comparison of white/gray and green/blue flicker matrices” , Program No. 664.21. 2009 Neuroscience Meeting Planner. Society for Neuroscience 2009, Chicago, IL: 2009.Oct. 20. (査読有、ポスター)
- ④ K. TAKANO, S. IKEGAMI, T. KOMATSU, K. KANSAKU ” Green/blue flicker matrices for the P300 BCI improve the subjective feeling of comfort” , P2-k16 Neuroscience 2009 Nagoya 2009. Sept. 17 (査読有、ポスター)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0 件)
- 取得状況 (計 0 件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高野 弘二 (TAKANO KOUJI)
国立障害者リハビリテーションセンター
(研究所)・研究所 脳機能系障害研究部・
流動研究員
研究者番号：00510588

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし