

α 波帯域と β 波帯域を用いたリアルタイムBMIシステムの研究

◎安達 孝志, 堀 潤一(新潟大学大学院自然科学研究科)

1. はじめに

末期ALS患者などの唯一の残存機能である脳活動を用いたBrain Machine Interface(BMI)の精度向上を検討した。BMIの研究として、運動関連脳電位を用いた方法^[1]や誘発電位^[1]を用いた方法などがあるが、個人差や加算平均を必要とするなどの課題がある。これらに対し、脳波の中でも比較的变化が速い変動電位を抽出し、精度の向上を図ったBMIが提案された^[2]。安静時に出現し興奮時に減少するα波帯域に注目することで、リアルタイムBMIの可能性を示唆したが、個人差やタスクによる確度の違いが大きかった。そこで、本研究では、α波帯域に加えて、興奮時にα波帯域が減少することで相対的に出現するβ波帯域に注目し、精度向上を目指すとともに、タスクによる検出精度の違い、個人差による確度の違いについて検討した。

2. 方法

20代健常男性5名で実験を行った。被験者には実験の目的、内容を説明し、同意を得た。BMIシステムを図1に示す。EEGは脳波計日本光電(株)EEG1100、電極は電極キャップ19電極(国際10-20法)を使用し、両側耳朶法で、単極導出法を用いた。サンプリング周波数1kHz、インピーダンスは5kΩ以下で計測した。記録した信号から脳活動の特徴を抽出し、意思の検出を行った。被験者は座位開眼安静状態で、ディスプレイに表示されたタスクに応じて、Yes, Noの意思選択を行った。タスクは、計算式の暗算と掌握する動作イメージの2種類を課した。タスクは休止区間(5秒間)、ブランク(1秒間)、意思区間(4秒間)を1試行とし、全被験者が100試行を行った。

リアルタイムでのインターフェイスを実現するために、単一試行で取得した脳波で解析を行った。また、α波帯域(8~13Hz)、β波帯域(13~30Hz)の特徴を取り出すために、バンドパスフィルタを施した。得られた波形 f_{BPF} から、時刻 T_i におけるRMS値

$$V_{T_i, BPF} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{T_i - \frac{T}{2}}^{T_i + \frac{T}{2}} f_{BPF}^2(t) dt} \dots\dots\dots(1)$$

を求め、特徴量とした。ただし、BPFはα波帯域またはβ波帯域とした。

図2にα波阻止が起きた時の脳活動の一例を示す検出脳波に対し、絶対値処理、移動平均、50回の加算平均処理を施した。α波は安静時に出現し増幅するが、脳活動などにより周期性を失うと振幅が減少したり、消滅したりする。一方β波は、定常的でアーチファクトの影響を受けにくい。そこで、α波帯域RMS値/β波帯域RMS値より安静時、集中時を判別した。Fig.2に示すように、被験者にトリガとなる合図を提示した。合図前 T_1 、合図後 T_2 でそれぞれRMS値を算出し、

$$\frac{V_{T_1\alpha}}{V_{T_1\beta}} > \frac{V_{T_2\alpha}}{V_{T_2\beta}} \dots\dots\dots(2)$$

を満たした場合に「Yes」、満たさなかった場合に「No」と判別した。式(2)の左辺は、座位開眼安静状態の電位を表し、右辺は計算や掌握の動作イメージによりα波阻止が生じた電位を表している。

3. 結果・考察

リアルタイムBMIを構築し、複数帯域による確度を算出した結果、α波帯域のみ、β波帯域のみの確度と比較して全被験者でα波帯域RMS値/β波帯域RMS値で確度の向上が確認でき、単一試行で最高確度72%という結果が得られた。また、意思伝達タスクによる実験を行った結果、計算タスクにおいてα波阻止が顕著に観測され、全被験者で確度の向上が確認できた。これらから、α波帯域とβ波帯域を相対的に評価することで、重畳したデータや個人差、アーチファクト、ノイズによる影響を抑制できたと考えられる。今後は更なる確度向上をめざし、BMIシステムの完成を目指す。

参考文献

1. 笹山瑛由, 飯田智陽, 鄭址旭, 小林哲生: 周波数標識された定常体性感覚誘発電位に基づくBMI, 信学技報, NC, 108(264), pp.73-78, (2008)
2. 長谷川敬士, 成田拓憲, 堀潤一: ブレインコンピュータインタフェースのためのアルファ波阻止検出システムの開発—タスクによる検出精度の違い—, 第27回日本生体医工学会甲信越支部大会, pp.42-43, (2007)

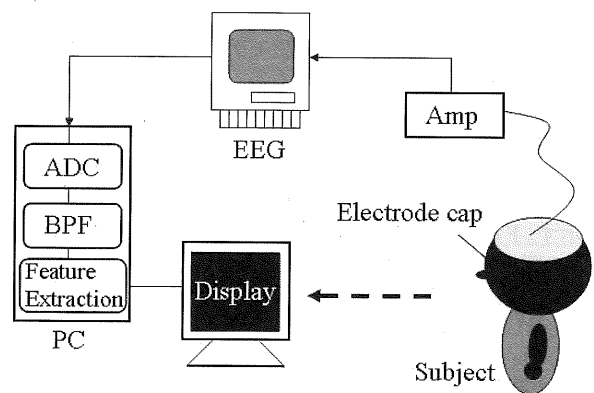


図1 BMIシステム

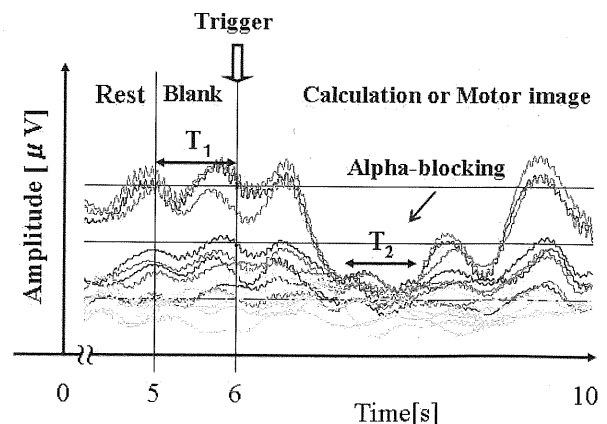


図2 α波阻止の一例