

脳内ダイポールイメージングを用いた BCI の検討

Examination of Brain-Computer-Interface using Equivalent Dipole Layer Imaging

岡田 耕史 堀潤一
Koji Okada Junichi Hori

新潟大学大学院 自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Niigata University

1. はじめに

コミュニケーション支援機器として、脳波を用いたインタフェース (BCI: Brain Computer Interface) が注目されている。BCI の実現法の 1 つに運動を行うときの誘発される運動関連脳電位 (MRCP: movement-related cortical potential) を用いる方法がある。しかし、MRCP などの脳波を用いた方法の問題点として、頭蓋骨の低伝導特性のため空間分解能が悪く、信号の詳細な位置情報は用いられていない。一方、頭皮電位をもとに空間分解能を改善し、信号源の発生位置を特定する方法として脳内ダイポールイメージング^[1]が提案されている。この方法によれば、信号源の数に依存せずに脳内のダイポール信号強度分布を非侵襲で推定できる。

本研究では、MRCP の発生位置が異なるようなタスクを決定し、脳内ダイポールイメージングを行うことにより、非侵襲で空間分解能の向上をさせ、位置情報も考慮した BCI システムを構築することを検討した。

2. 方法

頭部で検出した多チャンネル脳波信号に対し、加算平均処理、1~40Hz のバンドパスフィルタを施した。加算平均は瞬目を除いた区間の合計回数で 35 回以上を目安とした。

脳内ダイポールイメージングを行うために、頭部を不均質 3 層同心球によりモデル化した。この頭部モデルの脳内に仮想的に等価ダイポール層を設置し、等価ダイポール層から頭皮電位までの伝達関数を求めた。伝達関数の逆問題を解くことによって、ダイポール強度分布を求めた。逆問題を解く際、ティコノフの逆フィルタを用いた。

3. 実験

被験者は 20 代健常男性で右利きであり、座位安静状態で計測した。脳波計測には多チャンネルデジタル脳波計 (日本光電社 EEG-1100) を用い、サンプリング周波数を 200Hz とした。脳波検出には脳波検出用キャップ (Neuromedical Supplies 社製) を用いた。計測用電極は 112 電極として、体動などによりアーチファクトが混入した電極を削除した。

被験者は視覚刺激による合図によって右手掌握、左手掌握、右足指背屈、左足指背屈の 4 つのタスクを課し、それぞれ 50 回行った。加算平均は筋電信号の立ち上がりに関値を設け、筋電信号が関値を越えた時点をトリガとして行った。

4. 結果

右手掌握、左手掌握、右足指背屈、左足指背屈の 4 つのタスクにおいて運動開始直前約 10ms に陰性電位が確認された。また、陰性電位が現れた時点の頭皮電位に脳内ダイポールイメージングを行った。推定したダイポール層強度分布を図 1 に示す。図 1 より、ダイポール層強度分布において、右手掌握は左脳運動野、左手掌握では右脳運動野、右足指背屈と左足指背屈では頭頂部において陰性電位の局在化が確認できた。局在化された位置は、生理学的知見と一致した。

5. 考察

本研究では、頭皮電位に比べ詳細な位置情報を得ることができ、局在化された陰性電位の位置から、右手掌握、左手掌握、足指背屈の 3 つの運動動作を識別することができた。右足指背屈、左足指背屈において、これは左右の足の運動野の位置が頭頂部付近に近接しており、陰性電位が同じ位置に推定されたと考えられる。

また、MRCP は動作イメージでも現れるため、今後動作イメージでのタスクを行い BCI の実現を目指す。また、ダイポールイメージングによって識別できるタスクを増やすことについても検討する予定である。

参考文献

[1] J.Hori, M.Aiba, and B.He: Spatio-temporal cortical source imaging of brain electrical activity by means of time-varying parametric projection filter, IEEE Trans. Biomed. Eng. vol.51, no.5, 768-777 (2004)

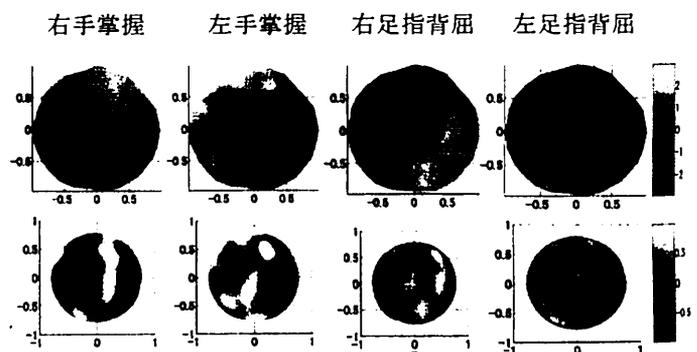


図 1 頭皮電位 (上) とダイポール層強度分布 (下)