



脳波計測による脳機能イメージング

堀 潤一
新潟大学 工学部 福祉人間工学科
Bin He
ミネソタ大学

目的

- 脳波計測
 - MRI (核磁気共鳴機器) や MEG (脳磁図計) のように特殊な設備や装置を必要とせず、比較的取り扱いが容易な脳機能計測法で在宅や屋外での使用も期待できる。
- 脳波 (EEG)
 - 頭蓋骨などの低電導特性の影響や電極数の制限より、空間分解能が不十分である。
 - 雑音やアーチファクトの影響を受けやすい。
- 頭皮表面で無侵襲計測された脳波電位分布から、脳内電気活動を無侵襲推定

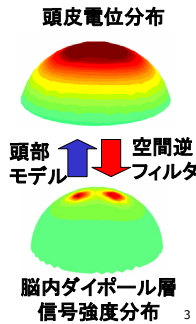
脳内ダイポールイメージング (Hori and He, 2001)

■ 順問題

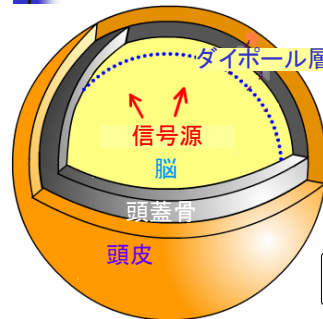
- 頭部3層非均質同心球モデルによってモデル化。
- 脳内等価ダイポール層で信号源を表現。

■ 逆問題

- 雑音情報を考慮した時空間逆フィルタ (パラメトリック射影フィルタ)。
- 信号源の数、性質に依存せずに脳内電気活動を推定可能。



順問題: 3層不均質頭部モデル

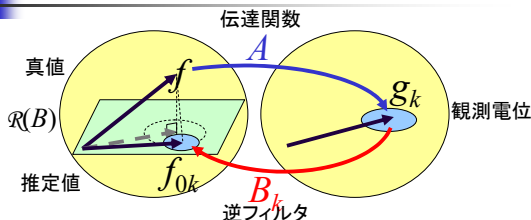


頭皮半径 $R=1.0$
 頭蓋骨半径 $r_1=0.92$
 脳半径 $r_2=0.87$
 ダイポール層 r_d : 任意
 導電率
 頭皮・脳 $\sigma_0=1.0$
 頭蓋骨 $\sigma_s=0.0125$

ダイポール層信号強度分布を頭皮電位から推定

逆問題: パラメトリック射影フィルタ

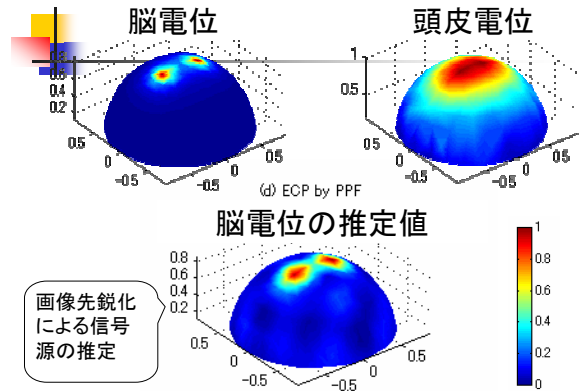
復元精度と雑音抑制を両立



- 評価関数 $J(B) = \|BA - P\|^2 + \gamma E \|Bn\|^2$
- 逆フィルタ $B_k = A'(AA' + \gamma_k Q_k)^{-1}$ (k : time)

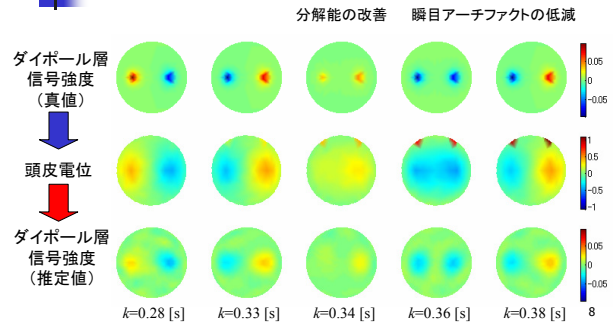
雑音共分散行列 Q と正則化パラメータ γ を時変とすることで時空間解析, 時変性アーチファクトへ対応

シミュレーション結果



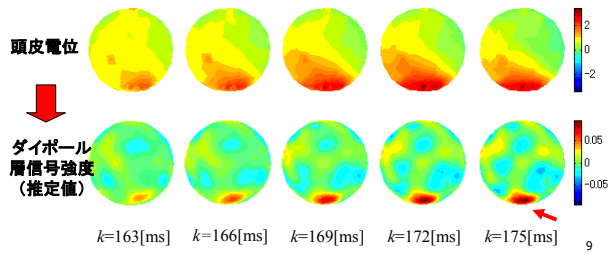


時空間脳電気活動の推定 (Hori and He, 2004)



視覚誘発電位の推定 (Hori, et al. 2004)

- 左半視野刺激 (0.5s間隔, 400回加算平均) の場合



まとめ

- 信号源の性質に依存せずに, 脳内時空間電気活動を無侵襲計測.
- 信号・雑音相関が小さい場合高精度にイメージング.

今後の展望

- 屋外, 在宅など自然環境での脳波計測
- 感情・感性の計測
- ブレインコンピュータインターフェース (意思伝達装置) の開発

