

てんかん発作の予測のための皮質脳波解析

機械情報工学科 60293 藤原 正道

指導教員 高橋 宏知 講師

1. 背景・目的

日本には、約34万人の難治性てんかん患者が存在する。これらの患者には、投薬治療等の有効な治療法がない。そのため、新しい外科的なたんかん発作の治療法が求められている。それには、①発作予測と②発作を抑制する刺激を与えることが必要である。そこで、本稿では、硬膜下電極 (ECoG) より得られた皮質脳波データを用いて、①発作予測を行うアルゴリズムを試作した。

2. 解析手法

てんかん患者の硬膜下で、128点のECoGより皮質脳波を計測した。そのなかから、てんかん焦点源付近の2ないし3点を選び出し、以下の二通りの手法を用いて、解析した。

①間欠期とてんかん直前期とを明確に判別できる特徴量を効率的に探索できる手法

まず、間欠期とてんかん直前期のデータを8秒間ずつ用意し、1000 msec幅で100 msecずつずらしながら高速フーリエ変換をかける。次に、得られた間欠期とてんかん直前期のスペクトルに対し、wilcoxon検定を行って危険水準の低い周波数を求める。この作業を複数電極に対して行い、危険水準の低い周波数を2~3点の電極から合計3つ選ぶ。ここで、間欠期のデータについてこの3つの周波数のゲインをそれぞれx成分、y成分、z成分として3次元空間上にプロットし、それらの中心(平均値)を求める。

最後に、てんかん直前期のデータ(60秒間)に対して3つの周波数のゲインを求め、間欠期の中心との距離を計算し、てんかん発作の何秒前に距離が変わるかを調べた。また、他の間欠期のデータ(60秒間)に対して同様の処理を行い、誤識別の有無を確かめた。

②てんかん発作の発生までの時間を予測できる手法

てんかん直前のデータ(60秒間)について、任意の2電極から得た皮質脳波の1000 msec幅の相互相関係数を1000 msecずつずらしながら計算し、てんかん発作発生までの時間を横軸としてプロットした点の集合の回帰直線を求めた。さらに、他の時間に起こったてんかん直前のデータ(60秒間)に対して、求めた回帰直線を当てはめ、予測精度を調べた。

3. 解析結果と考察

予測手法①の結果を図1に、予測手法②の結果を図2に、それぞれ示した。

図1より、予測手法①では、てんかん直前期を10~20秒前に発見することができる。と分かる。

図2より、予測手法②では、相互相関係数からてんかん発作までのおおよその時間を知ることができる。と分かる。

手法①ではてんかんの起こる時間を正確には予測できないが、これは統計を使ったことにより、時間情報が失われてしまったためである。

4. 結論

皮質脳波の多点計測データから、てんかん発作の発生を予測する手法の提案と評価を行った。

具体的には①間欠期とてんかん直前期とを明確に判別でき

る特徴量を効率的に探索できる手法と、②てんかん発作の発生までの時間を予測できる手法を提案し、それぞれの手法を評価した。

①間欠期とてんかん直前期を判別するために、両期の周波数成分を統計的に比較し、その危険水準に基づいて、任意の計測点で任意の周波数を特徴量として抽出した。2ないし3個の計測点から、合計3つの周波数を抽出し、それらのゲインを調べたところ、60秒前から10秒前にかけて大きな変動が見られた。

②てんかん発作発生までの時間を予測するために、任意の2電極から得た皮質脳波の相互相関係数を計算した。その結果、てんかん発作発生までの時刻と相互相関係数の変化に相関関係が見られた。

これらの長所を組み合わせることで、各手法の欠点を補い、高い精度でてんかん発作を予測できる可能性を示した。

参考文献

[1] F.Mormann, et al., "Seizure prediction: the long and winding road," Brain, vol. 130, pp. 314-333, 2007.

謝辞

本研究の実験データは、東京大学医学部付属病院脳神経外科の川合謙介氏から提供を受けた。

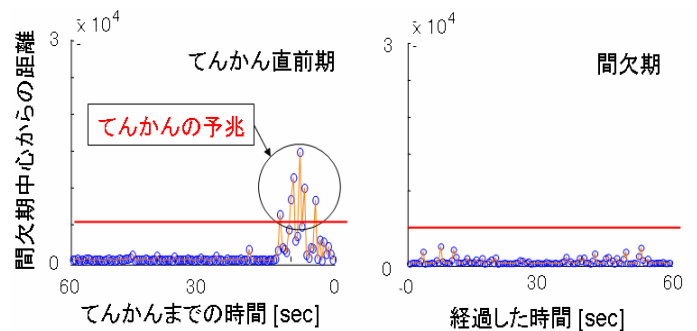


図1: 予測手法①の結果
赤線を超えるとてんかん直前と判定する

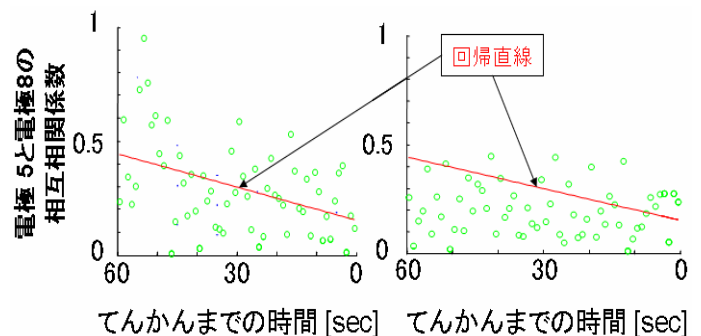


図2: 予測手法②の結果
てんかんが近づくると相互相関係数が小さくなる