**◇旧原稿の概要**

2020/3/31　大西

【概要】

“てんかん発作診断のための多変量尺度混合モデルに基づく脳波解析法の提案”

◇共分散行列を確率変数と仮定した多変量尺度混合モデルによりEEGをモデル化し，EMアルゴリムに基づいてモデルパラメータの推定を行う．

◇今回の論文では提案モデルの妥当性を示すために，てんかん患者の脳波を用いて検証．

【実験】

◇シミュレーションによる推定精度検証実験

・モデルに基づき人工データを生成し，人工データに対してパラメータ推定を行うことで推定精度を検証する．

・条件：パラメータ =0.5, 1.0, …, 10.0; =1.0, 2.0, …, 20.0;

次元数*D* = 1, 2, 4, 8, 16, 19 s; 推定窓幅 *W* = 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 50, 100 s.

・10 %程度の誤差率で推定をするためには，5 sの窓幅が必要であり，

特に，5%以下の誤差率なら，15 sの窓幅が必要であることを確認．

◇計測データに対する解析実験

・焦点発作患者20名から計測したEEGに対してパラメータを推定し，BICを算出．

・提案モデルのデータに対する適合度を従来モデル（多変量ガウス分布，多変量ラプラス分布）と比較．

　→ 提案モデルのBICが最小となる回数が最も多くなることを確認．

・提案指標であるを算出し，ROC解析を行ない，分類性能を評価．

　→ 高周波である帯域のが従来指標であるRMSより有意に高いAUCを示した．

**◇査読結果・査読コメントの概要**

【結果】

Major revision

【コメント】

**[Associate Editor] 意味のある比較研究を設計して実行する必要がある**

**[Rev#1-1] 以下(1)-(5)に示す従来の識別結果と比較すべき**

(1) Seizures classification based on higher order statistics and deep neural network, Biomedical Signal Processing and Control, 2020.

(2) EEG-rhythm specific Taylor-Fourier filter bank implemented with O-splines for the detection of epilepsy using EEG signals, IEEE Sensors Journal, 2020.

(3) Classification of epileptic electroencephalogram signals using tunable-Q wavelet transform based filter-bank, Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2020.

(4) A novel approach for time-frequency localization of scaling functions and design of three-band biorthogonal linear phase wavelet filter banks, Digital Signal Processing, vol. 69, pp. 309-322, October 2017.

(5) Three channel wavelet filter banks with minimal time frequency spread for classification of seizure-free and seizure EEG signals, In: D.S. Sisodia, R.B. Pachori, and L. Garg (Eds.) Handbook

⇒最新の周波数解析で特徴抽出し，ある識別器で識別を行なう研究と比較を行なう必要があるとのこと．

**[Rev#1-2] フィルタバンクのフィルタ数の選定は正当なのか？**

⇒周波数帯域の幅のこと？γ帯域の幅が大きいためか．

**[Rev#1-3] 提案法の計算量（計算コスト）について記述してください**

**[Rev#1-4] 提案法の利点と限界を詳しく記載すべき**

**[Rev#1-5] 今後の研究の方向性をいくつか示してください**

**[Rev#1-6] 研究の動機が明確ではないため，詳細に示すべき**

**[Rev#2-1] 計測した脳波データを既存の技術と比較するか，脳波のオープンデータを使って評価すべき**

**[Rev#2-2] 参照している文献が古すぎる（最新でも2016年である）ため，新しいものを引用すべき**

**◇コメントに対する回答方針**

**[Rev#1-1] 以下(1)-(5)に示す従来の識別結果と比較すべき**

⇒(1), (3)の特徴量を今回のデータセットで行なって比較する．

⇒あくまで識別ではなく，現象の解明がこの研究のモチベーションなので．

⇒提示された論文の結果と本研究との違いを考察して比較する．

**[Rev#1-2] フィルタバンクの数の選定は正当なのか？**

　⇒今回，脳波の一般的な的な帯域を用いている．細かい検証は今後の課題に

　⇒[今後の課題]別の帯域でも解析を行ない，現在の帯域でも問題ないことを示す．

　 （帯域の幅などの決め方をどうするか要検討）

**[Rev#1-3] 提案法の計算量（計算コスト）について記述してください**

　⇒フィルタごとでパラメータの推定時間を示す予定．

　⇒並列処理で計算しているため，計算コストは少ない．

**[Rev#1-4] 提案法の利点と限界を詳しく記載すべき**

　⇒Discussionにて，具体的な例を挙げて強調する．

（焦点発作以外の発作にも適応可能，睡眠時，感性の脳波への応用，筋電図の混入によるばらつきの発生）

**[Rev#1-5] 今後の研究の方向性をいくつか示してください**

⇒てんかん発作検出システムとして提案法を組み込み，実際に臨床の場で評価していただく．

　⇒モデルの改良や，もう一つのパラメータの評価など．

　⇒てんかん波検出への応用

⇒指標として提案しているので，従来との指標と組み合わせることで識別率向上を目指す．

**[Rev#1-6] 研究の動機が明確ではないため，詳細に示すべき**

⇒Introductionの流れを一部変更．（識別と特徴抽出を明確に分けて書く．）

⇒この研究は非ガウス性に着目しているため，そのことについても明確にする．

**[Rev#2-1] 計測した脳波データを既存の技術と比較するか，脳波のオープンデータを使って評価すべき**

⇒現在のデータセットを用いて既存の技術と比較する．

（オープンデータの場合：Bonn university EEG database）

　⇒[Rev#1-1]の研究と比較する？

**[Rev#2-2] 参照している文献が古すぎる（最新でも2016年である）ため，新しいものを引用すべき**

⇒提示していただいた論文を引用する．

⇒他の文献も最新のものに変更できないかリサーチする．