

特異性指向マイニング技法による 多視点 ERP 脳波データ分析

長瀬 永遠

富山県立大学 情報基盤工学講座

April 23, 2021

はじめに

関連研究

特異性指向マイ
ニング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

本研究の背景

脳波：脳研究において最もポピュラーで簡便な計測手法の1つ.

↓ より高度な解析を行うために

実験設計が厳密化・高度化され、データが大規模かつ複雑に.

↓ 分析するツールとして

既出：統計解析機能, 視覚化機能, 外れ値・異常値検出機能

未出：ある時間帯や部位における振幅や傾き成分が他の時間帯・
部位のものと比較して特異かを自動検出する機能

本研究の目的

特異性指向マイニング技法 (POM) を拡張することで, 多チャンネル脳波データに潜む時空間的に特異なデータ箇所を多視点で自動抽出し視覚化する方法を提案.

はじめに

関連研究

特異性指向マイニ
ング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

周波数解析

- フーリエ変換
- ウェーブレット解析

モデルの適用

- 波形認識法
- 自己回帰モデル
- 自己回帰移動平均モデル

トポグラフィー

2次元あるいは3次元的な画像計測・表示法. 各周波数帯のパワーや変化率を視覚的に表現.

特徴

データベースの中にある特異データに注目し、データマイニングを行う技法. 計測環境の違いによってデータの振幅や長さが異なっても、データ主体で特異性を数値化して議論できる.

Peculiarity Factor (PF)

$$PF(x_{ij}) = \sum_{k=1}^n N(x_{ij}, x_{kj})^{\alpha} \quad (1)$$

x_{ij} : 属性 j における i 番目の値, $N(x_{ij}, x_{kj})$: 属性値間の距離

特異データ選択のための閾値

$$threshold = mean\ of\ PF(x_{ij}) + \beta \times standard\ deviation\ of\ PF(x_{ij}) \quad (2)$$

脳波データ適用のための拡張 1

5/14

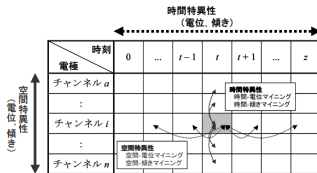


図 1: 多チャンネル脳波データに対する POM の運用法 1

時間特異性の計算式

$$PF(x_{it}) = \sum_{k=0}^z N(x_{it}, x_{ik})^{\alpha} \quad (3)$$

はじめに

関連研究

特異性指向マイ
ニング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

脳波データ適用のための拡張2

6/14

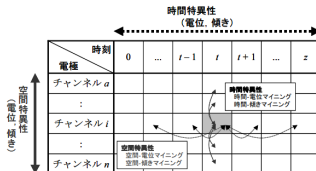


図 2: 多チャンネル脳波データに対する POM の運用法 2

空間特異性の計算式

$$PF(x_{it}) = \sum_{k=a}^n N(x_{it}, x_{kt})^{\alpha} \quad (4)$$

はじめに

関連研究

特異性指向マイ
ニング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

はじめに

関連研究

特異性指向マイニング技法

実脳波データへの適用

まとめ

- 1 複数個のデータを平均処理してブロック化.
- 2 時間特異性を求めるための距離関数を決定.
- 3 空間特異性を求めるための距離関数を決定.
- 4 パラメータ (α, β) を設定.
- 5 PF を計算.
- 6 閾値を計算.
- 7 特異データの選択・分析.

評価実験における条件

- 100 系列の標本化関数
- 標準の標本化関数： $\sin x/x$ (80 系列)
- 特異な標本化関数： $\sin 2x/2x$ (20 系列)
- 全系列に対し、標本化関数の振幅の $1/10$ のホワイトノイズを付加

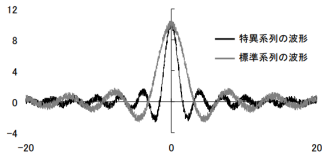


図 3: シミュレーション波形（特異系列と標準系列）

特異性指向マイニング技法における条件

1 系列あたり 2000 個存在するデータを 1 ブロック = 20 個のデータの平均値とし, 1 系列あたり 100 ブロックのデータを適用対象とする. また, PF 値は閾値が 100 となるように正規化する.

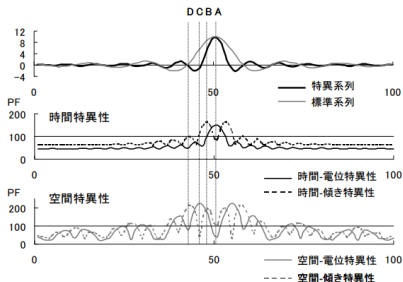


図 4: 特異系列から見た時空間特異性

はじめに

関連研究

特異性指向マイ
ニグ技法

実脳波データへの
適用

まとめ

短期記憶や視覚処理負担が異なる場合, 脳波にどのような違いが生じるのかを分析できるように視覚刺激による 2 桁 + 2 桁の計算において 2 種類のタイプの情報提示方法を設計した.

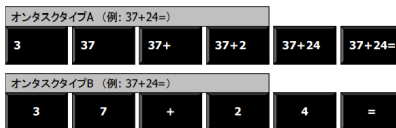


図 5: タイプ A とタイプ B の情報提示方法

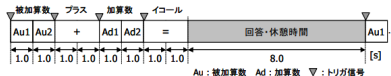


図 6: 計算課題のタイミングチャート

はじめに

関連研究

特異性指向マイニング技法

実脳波データへの適用

まとめ

本実験で計測した 64 チャンネルのうち, 変動の傾向が最も異なる 2 つの部位 F8 (短期記憶や数の処理にかかわる) と P6 (視覚にかかわる) について特異性指向マイニング技法を適用した結果を以下に示す.

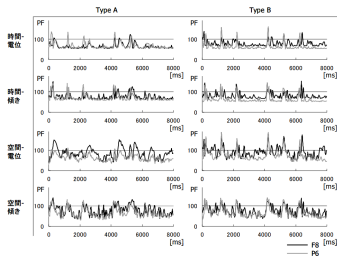


図 7: 特異値 (タイプ A とタイプ B)

はじめに

関連研究

特異性指向マイニ
ング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

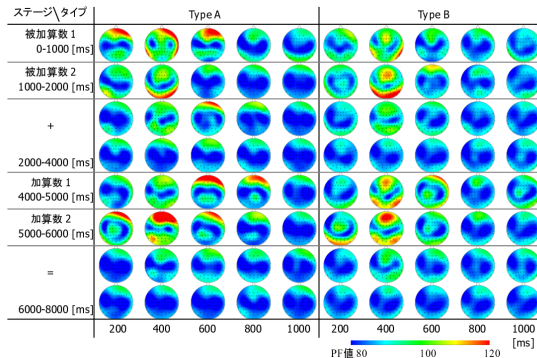


図 8: 特異性指向トポグラフィー（時間-電位マイニング）

はじめに

関連研究

特異性指向マイニ
ング技法

実脳波データへの
適用

まとめ

特異性指向トポグラフィーの利点

各属性（時間、空間、電位、傾き）に応じて、より離れた特異なデータ箇所が強調して描画されるため、視覚的かつ直感的な判断が可能になる。

特異性指向トポグラフィーの課題と解決策

特異値は元のデータの正負を考慮しない。

⇒ マイニングの際にフィルタリング処理を行う。

実現したこと

- 特異性指向マイニング技法を拡張し、時間と空間の2つの属性に対応させたことで、脳波における活用を可能にした.
- 特異データ箇所を色相や色の濃淡で視覚的に判断できる特異性指向トポグラフィーを提案した.

今後の課題

- 閾値に関するパラメータの自動設定方法
- 実脳波データに対する専門家の客観的評価
- fMRI データなどの画像データや MEG などの波形データへの対応