**3.4熵特征分析**

**（brainda.algorithms.feature\_analysis.entropy\_analysis）**

**3.4.1 Classes: EntropyAnalysis**

该类实现了对脑电信号进行熵特征提取分析，包含差分熵、样本熵、近似熵、模糊熵、排列熵的计算方法，并支持熵特征脑地形图的绘制。

***Class*** EntropyAnalysis*(fs)*

熵特征分析，初始化参数。

**Parameters**

**fs**:*float*

数据的采样频率。

**Attributes**

**fs**:*float*

数据的采样频率。

Methods

*differential\_entropy(self, data):*

计算EEG信号的微分熵

*sample\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的样本熵

*approximate\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的近似熵

*fuzzy\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的模糊熵

*permutation\_entropy(self, data, m=3, delay=1):*

计算EEG信号的排列熵

*fun\_topoplot(self, data, ch\_names, sfreq=None, ch\_types="eeg"):*

绘制通道熵值的脑地形图

*differential\_entropy*(*self, data*):

计算EEG信号的微分熵。

**Parameters:**

**data (ndarray):** *EEG data array, shape (n\_channels, n\_times)*

EEG数据样本，二维矩阵

Returns:

**de (ndarray)**: *Differential entropy for each channel*

每个通道的微分熵值

*sample\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的样本熵。

**Parameters:**

**data (ndarray):** *EEG data, shape (n\_channels, n\_times)*

EEG数据样本，二维矩阵

**m (int):** *Embedding dimension, default 2*

嵌入维度（默认2），定义模板向量长度。

**r (float):** *Tolerance (if None, set to 0.2 \* std of data)*

容差阈值（默认0.2×标准差）

**Returns:**

**sampen (ndarray):** *Sample entropy for each channel*

每个通道的样本熵值

*approximate\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的近似熵

**Parameters：**

**data (ndarray):** *EEG data, shape (n\_channels, n\_times)*

EEG数据样本，二维矩阵。

**m (int):** *Embedding dimension, default 2*

嵌入维度（默认2），定义模板向量长度。

**r (float):** *Tolerance (if None, set to 0.2 \* std of data)*

容差阈值（默认0.2×标准差）。

**Returns:**

**apen (ndarray):** *Approximate entropy for each channel*

每个通道的近似熵值。

*fuzzy\_entropy(self, data, m=2, r=None):*

计算EEG信号的模糊熵

**Parameters:**

**data (ndarray):** *EEG data, shape (n\_channels, n\_times)*

EEG数据样本，二维矩阵

**m (int):** *Embedding dimension, default 2*

嵌入维度（默认2），定义模板向量长度。

**r (float):** *Tolerance (if None, set to 0.2 \* std of data)*

容差阈值（默认0.2×标准差）

**Returns:**

**fuzzyen (ndarray):** *Fuzzy entropy for each channel*

每个通道的模糊熵

*permutation\_entropy(self, data, m=3, delay=1):*

计算EEG信号的排列熵

**Parameters:**

**data (ndarray):** *EEG data, shape (n\_channels, n\_times)*

EEG数据样本，二维矩阵

**m (int):** *Embedding dimension (order), default 3*

嵌入维度（默认3），定义模板向量长度。

**delay (int):** *Time delay, default 1*

时间延迟（默认1）。

**Returns:**

**pe (ndarray):** *Permutation entropy for each channel*

每个通道的排列熵值

*fun\_topoplot(self, data, ch\_names, sfreq=None, ch\_types="eeg"):*

绘制通道熵值的脑地形图

**Parameters:**

**data (ndarray):** *1D array of feature values per channel*

各通道的熵值（一维数组）

**ch\_names (list):** *Names of channels in 10-20 standard*

电极名称（需符合10-20系统命名）

**sfreq (float):** *Sampling frequency, default self.fs*

原始数据的采样频率

**ch\_types (str or list):** *Channel types*

原始数据的通道类型

**Example:**

