

## 包络方差模型

包络方差 (Envelope variance)，是一种用于衡量时间序列中，由于不规则波的扰动使得信号的包络线发生变化，可以用于检测棘慢波引起的变化，通过方差来量化，作为癫痫的形态学特征判断

### 应用 EEG 癫痫预测的原因:

对于 EEG 信号来说，癫痫的发生往往会出现棘波、棘慢波的波形，而包络方差能够很好的捕捉到这一特征，用其可以区分癫痫/非癫痫的时间窗,故由此可判断癫痫是否发生

### 模型如下所示:

1. 设有一个以等间隔  $T$  采样获得的  $N$  维的时间序列  $u(1), u(2), \dots, u(N)$
2. 定义算法相关参数  $M$ ，其中  $M$  为模版长度,由于是一维的数据,故作一维均值滤波，得到平滑化的数据。
3. 设  $S_x$  表示中心点在  $x$  处，均值滤波器就是简单的计算窗口区域的像素均值，然后将均值赋值给窗口中心点处的像素，如下式所示:

$$f(x) = \frac{1}{M} \sum_{x \in S_x} g(t) \quad (1)$$

4. 对于边界而言，根据  $M$  镜像延拓序列，之后进行均值滤波
5. 求取平滑后的数据段的极大值, 连接极大值得到上包络线  $E_{UPPER}$ ，同理，连接极小值得到下包络线  $E_{LOWER}$ ，求得上包络和下包络之间的包络范围为

$$ER(t) = E_{UPPER}(t) - E_{LOWER}(t) \quad (2)$$

6. 计算得到每一个数据段的形态特征值，即包络范围的方差，定义形态特征值为  $VEN(t)$ ，计算如下式所示：

$$VEN(i) = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (ER(t) - \overline{ER(t)})^2 \quad (2)$$

7. 其中  $i$  为第段 EEG 数据， $n$  为每段数据的个数， $ER(t)$  为每一个数据点的包络范围

### 可得到的结论:

如果一个时间序列无突然的棘波、棘慢波，那么  $VEN$  的值则表现的正常，当癫痫突然发生，出现了棘波、棘慢综合波，那么包络线即包络范围就会改变， $VEN$  会迅速增大，故此可以作为癫痫判断的形态学特征

### 示意结果:

