

「周期的時系列データからの異常検知手法」

ゴウタム・チャクラボルティ (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 教授)

馬淵 浩司 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 准教授)

松原 雅文 (岩手県立大学ソフトウェア情報学部, 准教授)

<要旨>

本研究では, 周期的生体信号からの異常検知を行う, 軽量かつ高速な手法を提案する. 周期的生体信号とは, ECG (心電図), EMG (筋電図), Pulse (脈拍) などのことである. これらの信号は事例列データであり, 基本的に周期的ではあるものの微細な差異が観測されることがある. そこで, 本提案手法においては, これらを発見することにより, 異常検知や健康被害予測を行うことを目的としている.

1 研究の概要

近年, 生体信号を用いた個人向けの医療アプリケーションが多数存在している. 生体信号において, リアルタイムで異常を検知するためには, ふつう, 複雑なアルゴリズムが必要である. 携帯端末においては, 使用可能なメモリサイズが小さいため, これらのアプリケーションの実行速度は遅く, リアルタイムでの生体信号解析は困難なものになっている. そこで, この問題を解決するため, 少ないメモリでも高速に実行可能な周期的生体信号からの異常検知手法を提案する.

2 研究の内容

本提案手法では, 「Mother signal」と呼ぶ, 新しい概念を導入している. 時系列データ全体において, 最も頻繁に現れる波形は正常なものと考えられる. よって, この考えに基づき, 一周期に対応した正常な波形の平均値を Mother signal とし利用する.

長い波形を周期に対応した部分に分解し, これらを波形が類似するものどうしでクラスタリングしている例を図1に示す.

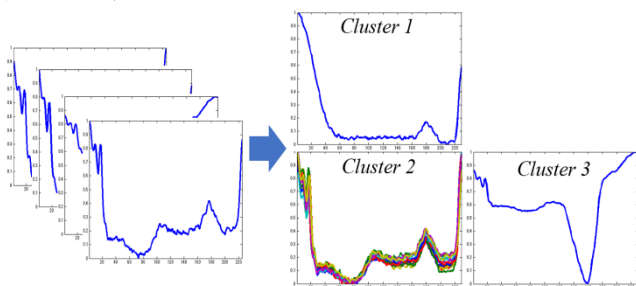


図1: 抽出された部分波形と形成されたクラスタ

なお, 生体信号においては, 周期が必ずしも一定ではなく, 常に変化しているという問題点もある. そこで, 本提案手法においては, まず, 時系列データ全体から即席の周期と頂点を求める. この即席の周期に基づき部分波形が抽出される. 抽出された部分波形は, 平均値に基づいて, 等しい長さに変換される. これにより, すべての部分波形が正規化される. この正規化された部分波形はユークリッド距離に基づきクラスタリングされる. Mother

signal は, 最も多くの波形が含まれるクラスタの平均値として求められる. この Mother signal と各部分波形において距離を求めるが, 移動や回転を行うことにより, 最も小さな値となるものが, その距離として算出される.

実験には, 異なる複数の電極プローブにより収集された心電図データを用いた.

3 これまで得られた研究の成果

本提案手法について評価実験を行い, F-値や処理速度により, 他関連研究との比較を行った. なお, 提案手法における異常検知の判定は, Mother signal とのユークリッド距離により行っているが, この定義は, 必ずしも, 医学的な意味での異常検知とは合致しない.

本提案手法は他関連手法と比較して, 実行速度が速く, その精度も高かった. 心電図データにおける, 本提案手法による異常検知結果を図2に示す.

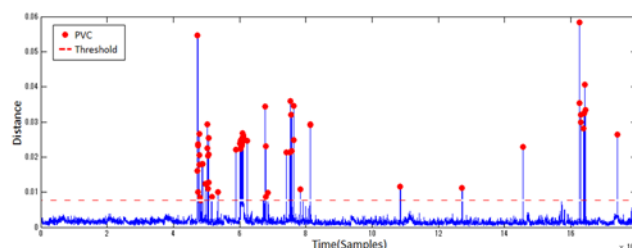


図2: 本提案手法による異常検知結果

各時間に対する距離の大きさを表しており, 閾値以上のものが赤い点で示されており, これらが異常値として検出されたことを表している. すべてではないものの, ほとんどの異常信号を検知できることが確認された.

4 今後の具体的な展開

本提案手法においては, すべての部分波形を比較に使用しているので, 将来的には, すべてを使用しない方法を検討する予定である. また, 検知誤りを減らすために手法の改善を図りたい. 時系列データには, その部分に応じて傾きのような情報も存在している. これらを利用することにより, 正確な異常検知を行える可能性がある. このようにして, 医学的に有益な異常検知を行えるよう, 手法を改善していく予定である.