

ウェーブレット変換を用いた心電図波形の解析

Analysis of Electrocardiogram (ECG) via Wavelet Transform

岡井貴之†
Takayuki Okai†

大屋英稔‡
Hidetoshi Oya‡

(株)CAE ソリューションズ, フリッド事業部, 信号・システム解析 G†
CAE Solutions Corporation, Fluid Division, Signal and Systems Analysis group†
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 ‡
The Institute of Technology and Science, The University of Tokushima‡

1 まえがき

突然の心停止は、心室細動 (Ventricular Fibrillation:VF) などの重症不整脈が原因であるといわれており、このような重症不整脈には、電氣的除細動 (電気ショック) が有効であることが知られており、如何にして心室細動などの重症不整脈を認知するかということが重要になってきている [1]。本稿では、ウェーブレット変換を用いて、心室細動 (VF) 波形などの特徴的な心電図波形を解析した結果を報告する。

2 心電図波形

心電図波形は、医学的見知から大まかに次の 4 つに分類される [1]。

- 正常洞調律 (基本調律)
- 心室細動 (VF)
- 心室頻拍 (Ventricular Tachycardia:VT)
- 電気収縮解離 (Pulseless Electrical Activity:PEA)

本稿では、これらの特徴的な 4 つの心電図波形のうち、本稿では、基本調律、および心室細動 (VF) 波形の二つに注目し、この二つの波形に対し、ウェーブレット変換を用いて解析した結果を示す。

3 ウェーブレット変換

ウェーブレット変換 (Wavelet Transform) とは、フーリエ変換 (Fourier Transform) 等に代表される時間 - 周波数解析手法の一種であり、周波数軸の情報と時間軸上の情報の両方を得ることが出来ることに最大の特徴がある。これはつまり、波の局所的な存在を捉えることが出来る。ウェーブレット変換の基本的な考え方は、ある特徴的な波を移動させつつ、その波と同じ波長の波の存在を調べるという方法である。

関数 $f(x)$ のマザ - ウェーブレット $\psi(x)$ によるウェーブレット変換 $(W_{\psi}f)(b, a)$ は、次式で定義される。

$$(W_{\psi}f)(b, a) \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) f(x) dx \quad (1)$$

ここで、 a, b は、スケールパラメータ、トランスレートパラメータであり、 $\overline{\psi(x)}$ は、 $\psi(x)$ の複素共役を表す。

更に、より効率的な時間 - 周波数解析が座標 $(b, 1/a)$ を $(2^{-j}k, 2^j)$ として離散化することによって実現され、これを離散ウェーブレット変換 $d_k^{(j)}$ といい、次式で表される。

$$d_k^{(j)} = 2^j \int_{-\infty}^{\infty} \psi\left(2^j k - k\right) f(x) dx \quad (2)$$

ここで、 j は、レベルと呼ばれる。なお、ウェーブレット変換におけるマザ - ウェーブレットには、Harr ウェーブレット、Gabor ウェーブレット、メキシカンハットなどの種類があるが、ここでは、Doubechies 基底を採用することとした。

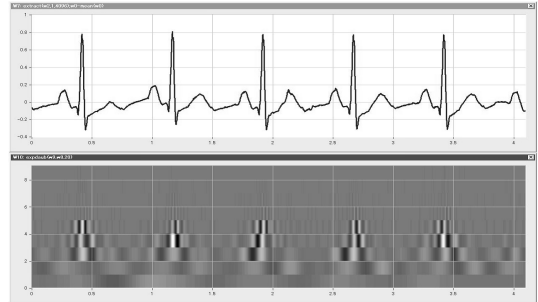


図 1 解析結果の一例 (基本調律)

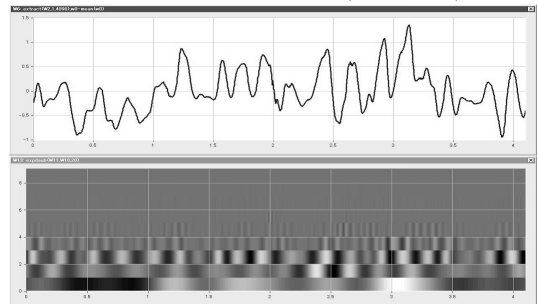


図 2 解析結果の一例 (心室細動)

4 ウェーブレット変換を用いた心電図波形の解析

信号解析ソフトウェア DADiSP を使い、マザ - ウェーブレットとして、Doubechies 基底を採用して解析した結果の一例を図 1,2 に示す。図の上段は解析元の心電図波形データであり、下段が解析後の波形である。

5 むすび

本稿では、特徴的な心電図波形データ (自己心拍波形、および心室細動 (VF) 波形) をウェーブレット変換を用いて解析した結果を報告した。

今後の課題としては、マザ - ウェーブレットの種類による差異の検討や解析結果に基づき、各心電図波形をリアルタイムで認知する方法の確立などが挙げられる。

参考文献

- [1] 山口芳裕, 島崎修次, 萩野剛二郎, 大屋英稔, 桐岡茂, 岡井貴之: "心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発", 平成 19 年度消防防災科学技術研究推進制度研究課題報告書, 2008.
- [2] チャールズ K. チュウイ: "ウェーブレット応用", 東京電機大学出版局, 1997.
- [3] J. J. ベネット, M. W. フレージャー: "ウェーブレット理論と応用", シュプリンガーフェアラーク東京, 1995.
- [4] I. ドブシー: "ウェーブレット 1.0 講", シュプリンガーフェアラーク東京, 2003.