

I - B195 ウェーブレット変換による衝撃実験データのノイズ処理

北海道大学 学生員 梅 沢 卓 司
 北海道大学 正 員 三 上 隆
 北海学園大学 正 員 佐々木 康 彦
 地崎工業 正 員 須 藤 敦 史

1. はじめに

ウェーブレット変換はここ十年の間にさかんに研究されてきた比較的新しい理論である。それまではフーリエ解析が一般的であったが、これでは周波数解析をする際、時間に関しての情報が全く得られない。この欠点を補おうとして考えられたのがウェーブレット解析である。フーリエ変換では時間データを周波数データに変換するのにに対しウェーブレット変換では時間データを時間-周波数データに変換することが可能である。本研究では衝撃実験より得られる時系列データにおけるウェーブレット変換によるノイズの除去を想定し、その有効性の検討を行う。

2. 離散ウェーブレット変換

ある時系列データ $f(t)$ の離散ウェーブレット変換 逆変換は、マザーウェーブレットを $\psi(t)$ として、

$$d_k^{(j)} = 2^j \int_{-\infty}^{\infty} \psi(2^j t - k) f(t) dt \quad , \quad f \cong \sum_j \sum_k d_k^{(j)} \psi(2^j t - k) \quad \text{式(1),(2)}$$

となる。上式において二重和の片方を $g_j(t)$ と置いたときの $f_j(t)$ 、また再帰的にある分解レベル j の関数は、

$$f_j(t) = g_{j-1}(t) + g_{j-2}(t) + \dots \quad f_j(t) = f_{j-1}(t) + g_{j-1}(t) \quad \text{式(3),(4)}$$

と表せるのである時系列データ $f(t)$ は次式のように書ける。

$$f(t) = g_{j-1}(t) + g_{j-2}(t) + \dots + f_j(t) \quad \text{式(5)}$$

3. ノイズの除去

周波数 200Hz の正弦波を真の波形とし、これに正規分布に従うノイズ波形を重ねて作成した模擬の不規則波形から真の信号の波形を抽出することを試みた。図-1 はノイズ波形、図-2 はその Fourier Spectrum である。マザーウェーブレットに関してはいくつか種類があるが、ここでは正規直交基底を満たす Daubechies Wavelet を用いることにし、図-3 は最小のサポートを持つ $N=2$ の場合と $N=4$ の場合を示している。またウェーブレット分解成分による流れを図-4 に示す。今回は $N=2, 4, 6, 8, 10$ とサポートの違う 5 つの Daubechies Wavelet を用いてウェーブレット分解レベルをレベル6まで行った。そのうち $N \geq 4$ ではさほど差が見られないため $N=2$ と $N=4$ の結果を図-5(a)と図-5(b)に示す。また図-6(a)は $N=2$ 、図-6(b)は $N=4$ のときの Fourier Spectrum を示している。

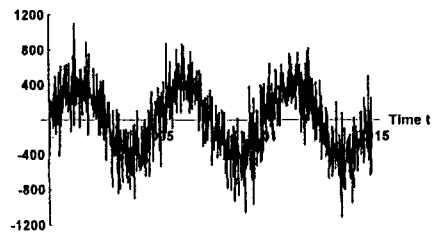


図-1 ノイズを含む信号の波形



図-2 図-1 の Fourier Spectrum

キーワード: Wavelet, Daubechies, ノイズの除去

連絡先: 〒060 札幌市北区北13条西8丁目, TEL 011-706-6174, FAX 011-726-2296

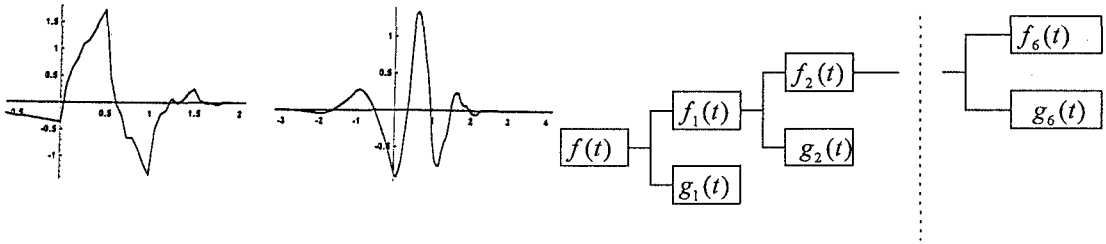


図-3 Daubechies Wavelet N=2（左）と N=4（右）

図-4 ウェーブレット分解

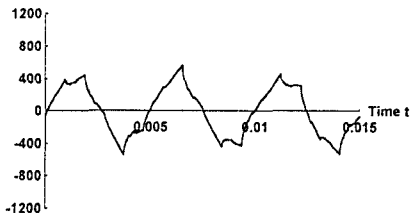


図-5(a) ノイズ除去の波形 (N=2)

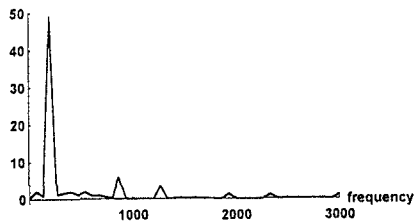


図-6(a) 図-5(a)の Fourier Spectrum

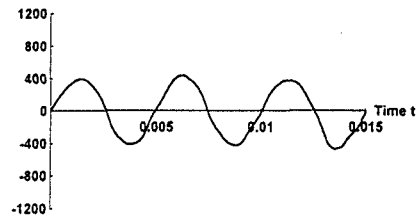


図-5(b) ノイズ除去の波形 (N=4)

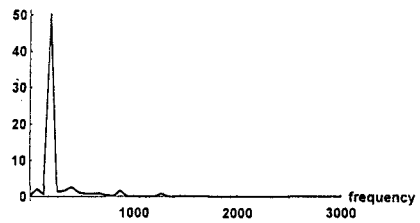


図-6(b) 図-5(b)の Fourier Spectrum

4. 考察

図-5(a)と図-5(b)を比較して分かったとおり、マザーウェーブレットの形状が分解した結果にかなり強い影響が出ている様子が理解できる。Daubechies Wavelet は N の値が大きくなるほど滑らかさは増すが収束性が悪くなり、逆に N の値が小さくなるほど収束性は良くなるが滑らかさを欠いてくるためであり、そのことは図-3 の2つのマザーウェーブレットを見ても理解できる。

またそれぞれピークに関してずれが見られ、真の信号の波形と一致していないことが分かる。ノイズの除去に関しては図-2 と図-6(a)、図-6(b)を見ても分かったとおり高周波成分がかなり除去されているのが理解できる。

5. まとめ

ノイズの除去は有効であると言えるが、使用するウェーブレットによってピークに差が見られるため、ウェーブレットの性質を考慮し、いくつかのマザーウェーブレットを用いて試行する必要がある。今後は、実データをもとにウェーブレット理論のノイズの除去の有効性の検討を進めたい。

参考文献

榊原 進：「ウェーブレットビギナーズガイド」、東京電機大学出版局、1995 年