

低 SNR 時における心磁図を用いたノイズ除去法の前処理の検討

岩井守生, 三浦克哉, 安倍正人, 藤岡豊太, 小林宏一郎
(岩手大学理工学部システム創成工学科)

Consideration of preprocessing of noise reduction method using ICA at low SNR.

M. Iwai, K. Miura, M. Abe, T. Fujioka, K. Kobayashi

(1) Department of System Innovation Engineering, Iwate University

はじめに

心磁図は、心疾患の診断に有効であり、近年臨床研究において注目されている。しかし、心磁図は環境磁気ノイズに比べて非常に小さいため、ノイズ除去なしに心臓活動を正確に評価することは困難である。そのため現在多くの場合、独立成分分析(Independent Component Analysis:ICA)¹⁾を用いたノイズ除去が行われているが、心磁界成分に比べて磁気ノイズが非常に大きい場合、信号分離の妨げとなりノイズ除去が困難になる。そこで本研究では、適応フィルタ²⁾を用いて定常ノイズを除去したデータに対し ICA を行うことで、低 SNR 下における心磁図のノイズ除去精度の向上を目指しシミュレーションによる検討を行った。

提案方法

任意の周波数成分 f_n (環境磁気データに多く含まれる 50Hz 成分, およびその高調波) の正弦波信号を参照信号としてフィルタ入力に用い、出力信号に存在する f_n の正弦波信号のみを推定する。適応フィルタにより推定された f_n の正弦波信号を計測データから減算することによって、特定の周波数成分のみを除去する方法である。

シミュレーション結果

本研究では 3 つのノイズ除去法[ICA, 従来法 (帯域通過フィルタ³⁾ + 帯域除去フィルタ³⁾ + ICA), 提案法 (適応フィルタ + ICA)]をシミュレーションにて比較・検討した。Fig. 1 に 3 つのノイズ除去法の SN 比 0, -10, -20, -30, -40 [dB] のシミュレーションデータにおけるノイズ除去結果の比較を示す。ノイズが付加される前のデータとの相関で評価しており、他の 2 つの方法と比較して提案法はほぼすべての SN 比帯で従来法よりも高いノイズ除去精度を示した。特に低 SNR になるほどその差は顕著となった (ICA : 0.18, 従来法 : 0.24, 提案法 0.66)。Fig. 2 に SN 比 -40dB のシミュレーションデータを用いた場合のノイズ除去結果を示す。Fig. 2(a) に -40dB のシミュレーションデータ, (b) に提案方法によるノイズ除去後の波形を示す。図示している波形は最もノイズ除去精度が高かった結果であり、相関係数は 0.96 である。図からもわかる通り SN 比を大幅に改善していることが分かる。これらのことより、提案方法が低 SNR 時の ICA を用いたノイズ除去の前処理として有効であり、磁気シールド外での心磁図の計測の可能性が示唆されたので報告する。

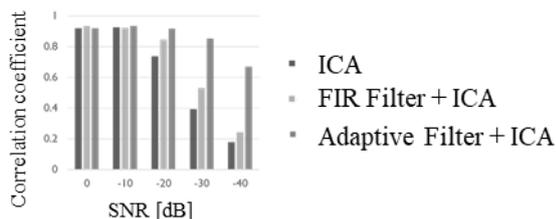
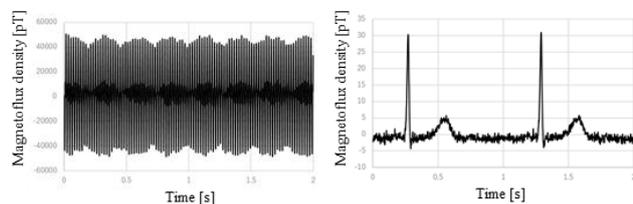


Fig.1 Noise reduction results comparison.



(a) Simulation data

(b) Processed data

Fig.2 Waveforms at -40dB simulation data.

参考文献

- 1) [詳解]独立成分分析 信号処理の新しい世界 (著者: Aapo Hyvärinen, Juha Karhunen, Erkki Oja)
- 2) 藤岡豊太, 永田仁史, 安倍正人, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J92-A No.2 pp.71-83, 2009
- 3) はじめて学ぶデジタル・フィルタと高速フーリエ変換 (著者: 三上直樹)