

DSP を用いた心音特徴検出システムの雑音除去に対する一検討

A Study on Noise Reduction of Heart Sound Feature Detection System Using DSP

○梅澤哲也¹, 佐伯勝敏², 関根好文²*Tetsuya Umezawa¹, Katsutoshi Saeki², Yoshifumi Sekine²

Abstract: We are aiming to develop a diagnosis support stethoscope that analyzes heart sound to help the diagnosis at home. There are some problems such as the implementation area and power consumption etc, to introduce the heart sound analysis system into the stethoscope. It is an effective technique to implement the system on DSP to deal with these problems.

In this paper, we suggest a noise reduction of a heart sound feature detection system that uses DSP. As a result, it is shown that the proposed system is able to extract only heart sound from heart sound with white noise by the binarization of the signal using the frequency analysis.

1. まえがき

近年, 人々の健康管理に対する関心が高まり, 様々な家庭用健康管理器具が普及している. その内の一つである聴診器による診断は医学的知識と熟練を必要とするため, 専門知識を持たない者が異常の有無を判断することは難しく, 家庭ではあまり活用されていない.

我々は, 家庭での診断の手助けを目的として, 心音解析を行うシステムを聴診器へ導入し, 心音の異常を検出する家庭用診断支援聴診器を開発することを目指している.

聴診器にシステムを導入するには, 実装面積や消費電力といった問題に対応するため, 心音解析システムを DSP に実装することが有効な手法であり, DSP を用いて心音の正常, 異常の判断を行うために, MATLAB/Simulink により, 疾患時の異常心音の特徴検出システムを構築し, DSP へ実装する研究が報告されている[1]. このシステムは, 正常心音部を除去し, 異常心音のみを抽出するものである. しかし, 心音聴診時に外部から雑音が混入した場合, その雑音を異常心音として抽出してしまう可能性がある.

我々は, 心音聴診時に混入する雑音の除去を目的に Simulink モデルを作成し, DSP を用いた心音特徴検出システム[1]に組み込んだ. 今回, 心音聴診時に混入する雑音として白色雑音を仮定し, 心音に加えたデータを DSP に入力し, 検討を行った.

2. 本論

今回用いた心音データ[2]の波形の一例として, Fig.1 に異常となる心雑音を含む心音である収縮中期クリックを含む心音を示す. 図中, 横軸は時間, 縦軸は心音の振幅を示している. 一般に, 正常心音は 2 種類の基本的

な心音である I 音及び II 音で構成されており, I 音が発生してから次の I 音が発生するまでを 1 周期とする [2]. 心雑音である収縮中期クリックは, I 音および II 音の間に見られる. そして, Fig.2 に心音聴診時に混入した雑音として白色雑音を Fig.1 の心音に加えた心音を示す. 白色雑音の大きさは 1 周期分の心音の平均値として, SN 比 (信号雑音比) が 0dB となるようにした.

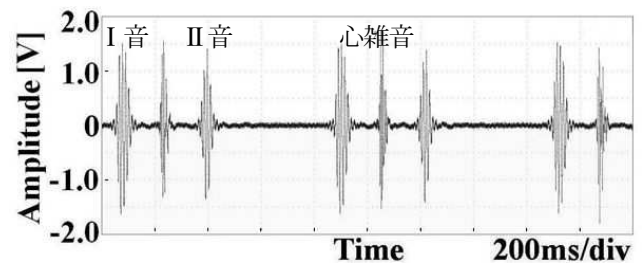


Fig.1 Heart sound including midsystolic click murmur

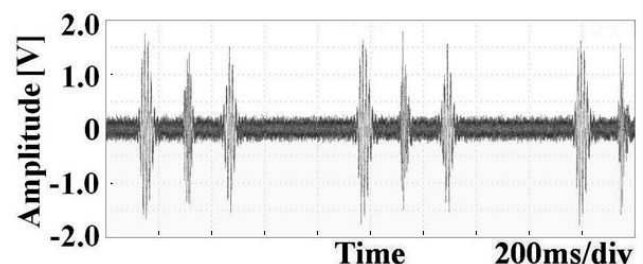


Fig.2 Heart sound with white noise

Fig.3 に今回提案する聴診器に混入した雑音の除去を行う Simulink モデルを示す. 同図は, MATLAB/Simulink により DSP キットである C6713DSK に実装可能なモデルである. 本モデルでは, サンプリング周波数 8kHz で C6713DSK に入力した心音を 64 サンプル (8ms) ずつ区切り, Normalization ブロックにより, 入力した心音データの音量の違いに対処するため, 心音の最大値で正規

化を行い, Noise Reduction ブロックで心音聴診時に混入する雑音の除去を行う。

Noise Reduction ブロックで行われる心音聴診時に混入する雑音の除去方法について述べる。Fig.4 に Noise Reduction ブロックの内部処理を示す。一般に心音の周波数は 1kHz 以下, 主成分は 100Hz 程度であり, 心雑音は 200~800Hz に見られることが多く 1kHz 以上の成分はほとんどない[3]。そのため, 心音を周波数解析した場合, パワースペクトル (power spectrum : 以下 PS) のピーク周波数は 1kHz 以下にある。そこで, 初めに LPC ブロックで線形予測法による周波数解析を行う。次に, MATLAB Function ブロックで PS のピーク周波数が 1kHz 以下にあり, 1kHz 以上の PS の最大値が 1kHz 以下の PS の平均値以下の信号を心音とし, それ以外の信号を雑音とする。心音の場合は 1 を出力し, 雑音の場合は 0 を出力して Product ブロックにより, 元の信号と演算することで雑音除去を行う。

しかし, 雑音の周波数解析結果が心音と同じ様な特性となる場合も考えられる。正常心音や心雑音の長さは心拍数によって変化するが, 1 区間 (8ms) よりも短くなることはない。よって, Unit Delay ブロックで遅延させた信号を加算し, Relay ブロックでしきい値処理を行うことで心音と判断された区間が連続して続くかを調べ, 続かない場合は, その区間も雑音と判断する。

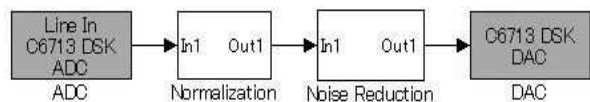


Fig.3 Simulink model for noise reduction

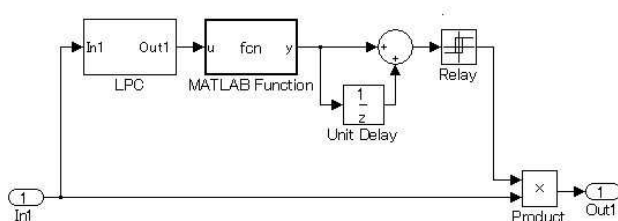


Fig.4 Noise reduction block

Fig.5 に Fig.3 の Simulink モデルに Fig.2 の心音を入力した結果を示す。Fig.5 より, 白色雑音が除去され正常心音と心雑音のみが残っていることが確認できる。

Fig.6 に今回提案する Simulink モデルを心音特徴検出システム[1]の前処理部に組み込み, そのモデルに Fig.2 に示した心音を入力した結果を示す。Fig.6 より, 正常心音と白色雑音が除去され異常心音である収縮中期クリックのみが抽出されていることがわかる。

以上の結果から, 今回提案した Simulink モデルを DSP を用いた心音特徴検出システムの前処理部に組み込むことで白色雑音を加えた心音から正常心音と白色雑音を除去し, 異常心音のみを抽出することが可能であることを示した。

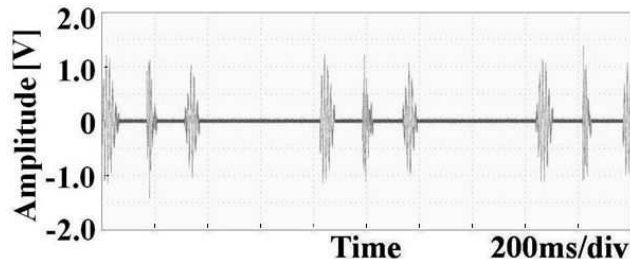


Fig.5 Result of noise reduction

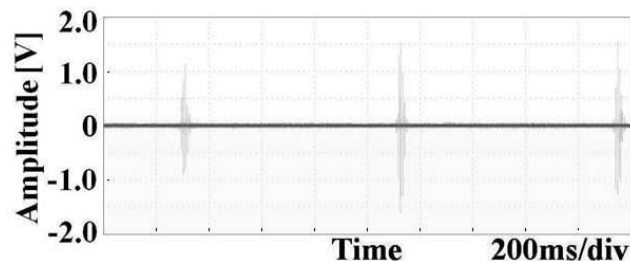


Fig.6 Result of installing noise reduction model in feature detection system of abnormal heart sound

3. まとめ

今回, 心音聴診時に混入する雑音の除去を目的に Simulink モデルを作成し, DSP を用いた心音特徴検出システム[1]に組み込んだ。そして, 心音聴診時に混入する雑音として白色雑音を仮定し, 心音に加えたデータを DSP に入力し, 検討を行った。その結果, 白色雑音を加えた心音から異常心音のみを抽出することが可能であることを示した。

今後は, 心音だけではなく呼吸音の特徴を検出するシステムの開発を行っていく予定である。

4. 参考文献

- [1] 鬼頭亨東, 佐伯勝敏, 関根好文: 「DSP を用いた簡易心音診断装置の開発に対する検討」, 第 11 回 DSPS 教育者会議予稿集, pp.69-70, 2009
- [2] 伊賀六一, 本村満: 「心音のアセスメント」, へるす出版, 1993
- [3] 大場尚嗣, 太田道男: 「Wavelet 変換を用いた心音の異常解析」, バイオメカニズム学会誌, Vol.22, No.2, pp.74-76, 1998