

DSP を用いた異常呼吸音の検出に対する一検討

A Study on the Detection of Abnormal Respiratory Sounds Using a 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 diagnostic support stethoscope that analyzes respiratory sound to help the diagnostic at home. There are some problems such as the system size and power consumption etc, to introduce the respiratory sound analysis system into the stethoscope. It is an effective technique to implement the system on a DSP to deal with these problems.

In this paper, we suggest an abnormal respiratory sounds detection system that uses a DSP. As a result, it is shown that the proposed system is able to extract abnormal respiratory sound using high frequency components and duration.

1. まえがき

近年、人々の健康管理に対する関心が高まり、家庭用健康管理器具の一つとして、聴診器が普及している。しかし、聴診器での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い。

我々は、家庭での診断の手助けを目的として、心音や呼吸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。聴診において、心音と呼吸音を区別し、それぞれの異常音のみを検出する必要がある。先に我々は心音の異常検出について検討を行い[1]、心音と呼吸音の分離についても現在検討を行っている[2]。

呼吸音の異常検出については、周波数スペクトルや持続時間から呼吸音の正常異常を識別する研究[3-4]などが報告されている。

今回、呼吸音の高周波成分と持続時間から呼吸音の異常検出を行うシステムを作成し、システムを DSP に実装したので報告する。

2. 本論

一般に、呼吸音は吸気と呼気により構成されており、吸気の始まりから呼気の終わりまでを 1 周期とする。異常呼吸音は副雑音と呼ばれており、副雑音は呼吸運動に伴って肺内で発生する異常音であるラ音とその他の異常音に分類できる。ラ音には、持続時間が長い連続性ラ音と持続時間が短い断続性ラ音があり、連続性ラ音は低音性連続音（類鼾音）と高音性連続音（笛声音）、断続性ラ音は細かい断続音（捻髪音）と粗い断続音（水泡音）に分類される[5]。今回の検討には看護師用教材の CD[5]に収録されている呼吸音のサンプルデータを用いる。

Fig.1 に今回提案する異常呼吸音の検出を行う 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。

本モデルでは前処理として、サンプリング周波数 8[kHz]で呼吸音データを入力し、入力した呼吸音データの音量の違いに対処するため、Normalization ブロックにより呼吸音の最大値で正規化を行う。次に、呼吸音の高周波成分から異常部を検出する処理（Digital Filter1 ブロック、Relay1 ブロック）と呼吸音の持続時間から異常部を検出する処理（Digital Filter2 ブロック、Relay2 ブロック、Accumulation ブロック）を同時に行い、結果を出力する。

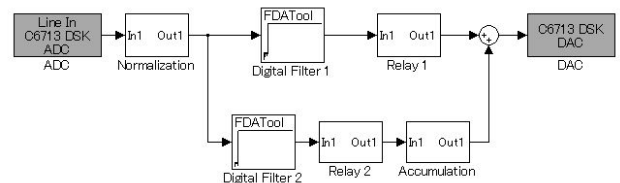


Fig.1 Simulink model for detection of abnormal respiratory sound

呼吸音の高周波成分から異常を検出する方法を述べる。まず、正常呼吸音の主成分は 180Hz 前後であり、正常呼吸音よりも高周波な副雑音は主成分が 300Hz 以上にあるため[5]、ハイパスフィルタ（カットオフ周波数 300Hz）を用いて呼吸音の高周波成分を抽出し、正常呼吸音を減衰させる。そして、抽出した高周波成分に閾値処理を行い、異常のない場合を 0、異常がある場合を 1 とする二値化を行うことで異常の検出を行う。

次に、呼吸音の持続時間から異常を検出する方法を述べる。まず、呼吸音とそれ以外の部分（心音や雑音）

を判別し易くするために呼吸音の平滑化を行う。呼吸音以外の成分を除去するためにハイパスフィルタ（カットオフ周波数 150Hz）を通した後、呼吸音の絶対値を求め、10ms ごとに平均値を算出して、呼吸音を平滑化する。平滑化した波形を閾値処理し、呼吸音以外を 0、呼吸音を 1 とする二値化を行い、二値化信号を累積することで持続時間を算出する。そして、正常呼吸音よりも持続時間が長い呼吸音を異常音として検出する。

Fig.2 に呼吸音の高周波成分から異常を検出した結果の一例を示す。同図、(a) に捻髪音を含む呼吸音、(b) に検出結果を示し、図中、縦軸は呼吸音の振幅、横軸は時間を示している。Fig.2 で示した捻髪音は、正常呼吸音に比べ高周波なので、異常が検出されている。しかし、正常呼吸音と周波数成分が変わらない類鼾音の場合は異常が検出されない。

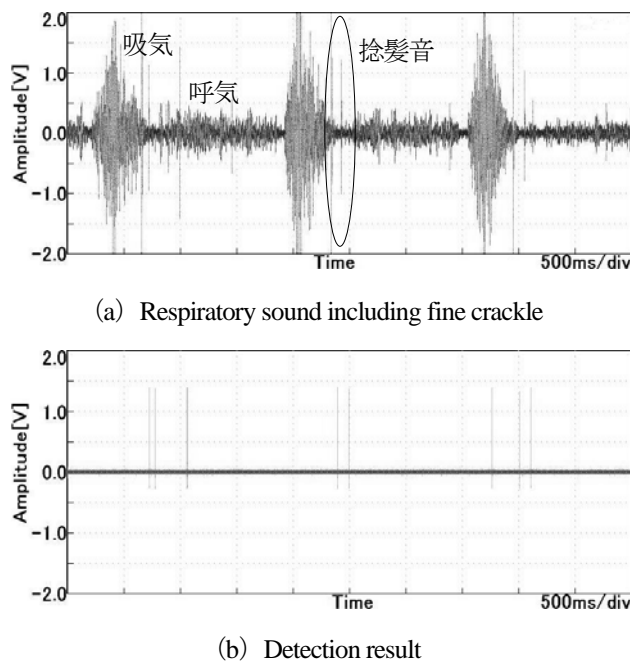


Fig.2 Abnormal detection using high frequency component

Fig.3 に呼吸音の持続時間から異常を検出した結果の一例を示す。同図、(a) に類鼾音を含む呼吸音、(b) に検出結果を示す。例で示した類鼾音は正常呼吸音よりも持続時間が長いため、異常が検出されている。しかし、正常呼吸音よりも持続時間の短い捻髪音と水泡音の場合は異常が検出されない。

以上の結果から、高周波成分の処理では類鼾音が検出できず、持続時間の処理では捻髪音と水泡音が検出できないことがわかる。よって、2つの処理を同時に行うことで副雑音（ラ音）の検出が可能である。

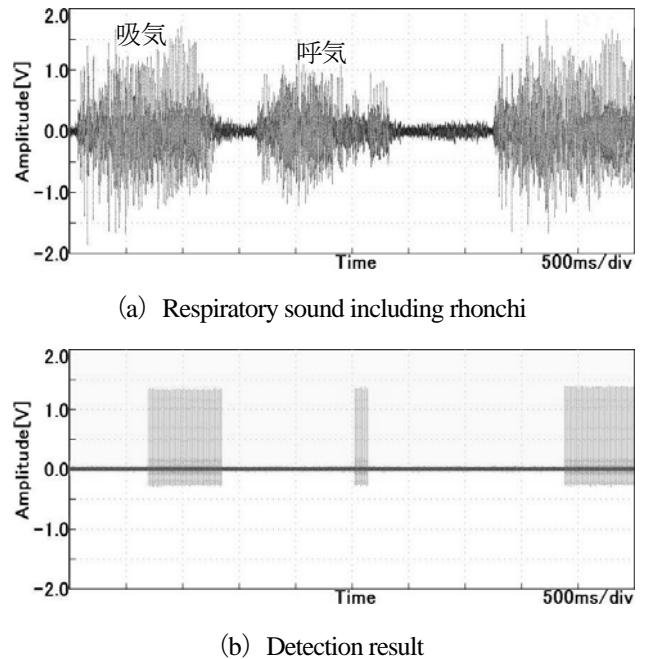


Fig.3 Abnormal detection using duration

3. まとめ

今回、呼吸音の高周波成分と持続時間から呼吸音の異常検出を行うシステムを作成し、システムを DSP に実装した。その結果、呼吸音の高周波成分から異常を検出する処理と呼吸音の持続時間から異常を検出する処理を同時に行うことで副雑音（ラ音）の検出が可能であることを示した。

今後は、呼吸音の個人差を考慮して、より多くのサンプルデータを用いた検討とラ音以外の副雑音の検出を行っていく予定である。

4. 参考文献

- [1]佐伯勝敏, 鬼頭亨東, 関根好文 “DSP を用いた心音特徴検出システムに対する検討” 電子情報通信学会論文誌 A Vol.J93-A ,No.11 ,pp.732-738,2010.
- [2]鷺谷祐太, 梅澤哲也, 佐伯勝敏, 関根好文 “DSPを用いた心音と肺音の分離に対する基礎的検討” 平成23年度日本大学理工学部学術講演会（投稿中）.
- [3]喜安千弥, 他, “呼吸の周期性を考慮した異常肺音の自動検出” 画像情報メディア学会誌, Vol.61, No.12, pp.1769-1773, 2007.
- [4]西倉健介, 金杉成昭, 亀井延明, 亀井智子, “呼吸音解析システム” 社団法人日本設計工学会研究発表講演会講演論文集, vol.2009,No1,pp73-74,2009.
- [5]米丸亮, 桜井利江, “ナースのための CD による呼吸音聴診トレーニング” 南江堂, 2001.