

DSP を用いた肺疾患用診断支援聴診器の開発に対する基礎的検討

A Basic Study on Detection Diagnosis Support Stethoscope for Lung Diseases Using a DSP

○鈴木雄大¹, 梅澤哲也², 佐伯勝敏³, 関根好文³
Takehiro Suzuki¹, Tetsuya Umezawa², Katsutoshi Saeki³, Yoshifumi Sekine³

Abstract: We are aiming to develop the diagnosis support stethoscope that analyzes respiratory sound to help with diagnosis at home. There is a problem like the implementation area and power consumption etc, to introduce the respiratory 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 investigate the development of a diagnosis support stethoscope for lung diseases that considers duration of the respiratory sound using MATLAB/Simulink. As a result, it is shown that is able to discern the progress degree of lung disease by considering duration.

1. まえがき

近年、高齢化に伴い健康管理や医療福祉への意識の高まりから、医療器具がより身近なものになっている。その中でも聴診による診断は、人体にダメージを与えずに健康状態をチェックする非侵襲的診断であるため、高度な医療技術の発展した現代においても頻繁に行われる^[1]。しかし、聴診器は心音や呼吸音、腸音を診断することが可能であるが、心音や呼吸音の微妙な違いは医療知識の無い人間には聞き分けが難しく、正常や異常を判断する為には専門的な知識、経験、生理的理解を必要とするため、それほど家庭では用いられていない^{[2][3]}。

我々は、家庭内での呼吸音の正常、異常の判断を行う診断支援聴診器を開発することを目指し、DSP を用い検討を行なっている。

本稿では、呼吸音の持続時間から肺疾患の一種であるうっ血性心不全の進行度の判別を行う Simulink モデルを作成し、そのモデルを DSP へ実装し検討を行なった。

2. 本論

呼吸運動は、体外の空気を肺の中に入出入りする運動で、吸気（吸って）、呼気（はく）運動が規則正しく交互に繰り返される運動である。この吸気の始まりから呼気の終わりまでを1周期としている。Fig.1にうっ血性心不全の呼吸音を示す。横軸が時間、縦軸が呼吸音の振幅を示している。吸気は一定の大きさを持って行なわれており、呼気は、はき始めが最大となり徐々に収束している^[2]。うっ血性心不全の呼吸音は、正常時に比べると吸気と呼気が共に持続時間が短いという特徴がある。このことから吸気、呼気のどちらか一方の

持続時間に着目すれば、うっ血性心不全の進行度の判別を行なうことができる。

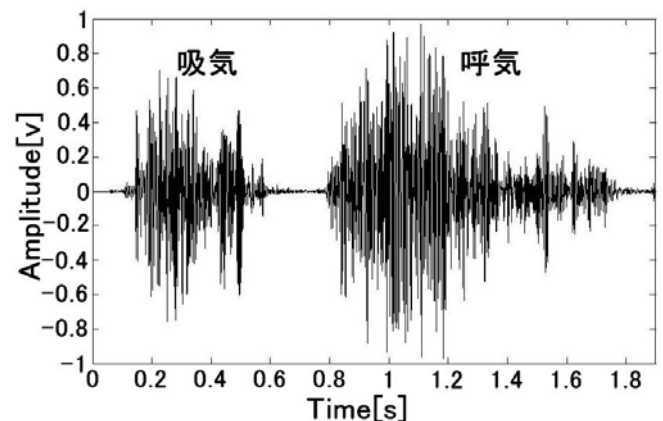


Fig.1 Respiratory sound (congestive heart failure)

呼吸音は、看護師用教材の CD^[4]に収録されている呼吸音を使用し、正常時である肺胞呼吸音 (Normal:以下 N), うっ血性心不全の初期 (Beginning:以下 B), 増悪時 (Exacerbation:以下 E), 改善時 (Improvement:以下 I) の吸気の持続時間に着目して、Simulink モデルを作成し、うっ血性心不全の進行度の判別を行なった。

Fig.2にシミュレーション用の Simulink モデルを示す。このモデルは始めにサンプリング周波数 8 [kHz] で吸気的数据を取り込み、吸気的数据音量の違いに対応するために最大値で正規化を行う。次に絶対値をとった後、しきい値によって吸気のときを 1, それ以外を 0 と二値化する。ここで、二値化した値が正確に吸気のときに 1 となっていることを確認するために Scope に表示する。

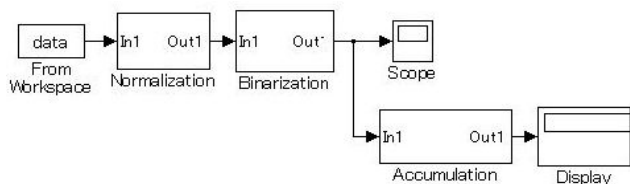


Fig.2 Simulink model for simulation

Fig.3 に Scope で表示された増悪時の吸気の一例を示す。図中、横軸が時間、縦軸が二値化した吸気の振幅を示す。二値化した値は累積し、サンプリング周波数 8 [kHz] で割る。最後に Fig.2 の Display に正常時、初期、増悪時、改善時の 4 種の状態の吸気の持続時間を表示する。Table.1 に正常時、初期、増悪時、改善時の 4 種の状態の吸気の持続時間を示す。この結果を用いて DSP へ実装するための Simulink モデルを作成する。

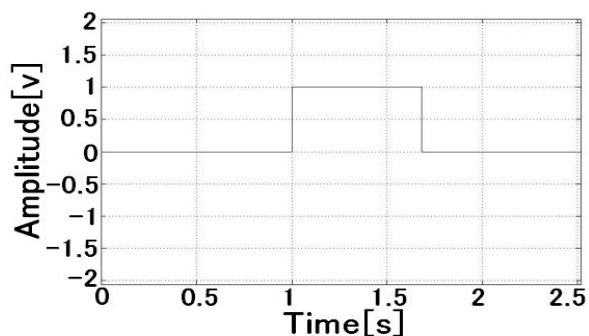


Fig.3 Scope (exacerbation)

Table.1 Duration of aspiration

	1-period [s]	2-period [s]	3-period [s]	4-period [s]	5-period [s]
N	1.8882	1.7766	1.9686	1.8406	1.7686
B	1.6806	1.7126	1.6486	1.7446	1.4166
E	0.6546	0.6606	0.6824	0.7206	0.6726
I	0.8269	0.8006	0.9126	0.7846	0.7526

Fig.4 に DSP へ実装するための Simulink モデルを示す。この Simulink モデルも Fig.2 の Simulink モデルと同様な処理を行なった後、入力が前の値より大きいかどうかを判断し、値が前の信号より大きい場合は出力を 0 とし、小さい場合はその値を持続時間とする。その持続時間の値により LED での表示が異なる処理を行なうように設定した。入力された吸気の持続時間が 1.768625 [s] (正常時の最小値) 以上であれば LED が 2 を表示し、正常であることを示す。1.768625 [s] (正常時の最小値) 未満~0.752625 [s] (改善時の最小

値) 以上であれば LED が 1 を表示し、注意する必要がある (心不全の虞がある) ことを示す。0.752625 [s] (改善時の最小値) 未満であれば LED が 0 を表示し、危険である (うっ血性心不全である) ことを示す。

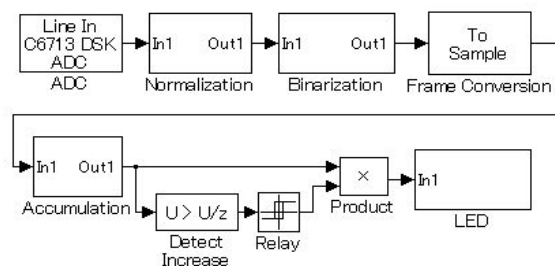


Fig.4 Simulink model for using a DSP

この Fig.4 の Simulink モデルを DSP へ実装し、Table.1 の正常時、初期、増悪時、改善時の 4 種の状態の吸気信号を入力した結果、正常時の吸気的时候には LED が 2 を表示し、初期と改善時の吸気的时候には LED が 1 を表示し、増悪時の吸気的时候には LED が 0 を表示する結果が得られ、呼吸音の持続時間からうっ血性心不全の進行度の判別が可能であることを示している。

3. まとめ

本稿では、呼吸音の持続時間から肺疾患の一種であるうっ血性心不全の進行度の判別を行う Simulink モデルを作成し、そのモデルを DSP へ実装し検討を行なった。その結果、正常時、初期、増悪時、改善時の 4 種の状態の持続時間からうっ血性心不全の進行度の判別が可能であることを明らかにした。

今後、その他の肺疾患でも持続時間から呼吸音の正常、異常の判断を行うことが可能であるか検討を行っていく予定である。

4. 参考文献

- [1] 正田備也, 喜安千弥, 宮原末治, “肺音分類のための独立成分分析とクラスタリングによる特徴量抽出” 情報処理学会, 2007.
- [2] 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, No.1, pp73-74, 2009.
- [3] 宮原末治, “非侵襲センシング技術を用いた人に優しい予防・在宅医療システム” 都市エリア産学官連携促進事業 (長崎エリア), 2009.
- [4] 米丸亮, 櫻井利江, “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.