

## NAM マイクによる心音の収録とその明瞭化

松本 恭徳<sup>†</sup> 川波 弘道<sup>††</sup> 猿渡 洋<sup>††</sup> 鹿野 清宏<sup>††</sup> 福嶋 茂信<sup>†††</sup>  
 大阪府立工業高等専門学校専攻科<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科<sup>††</sup>  
 大阪府立工業高等専門学校総合工学システム学科<sup>†††</sup>

## 1. はじめに

現在、母体内の胎児の心音を明瞭に聞き取りたいという要望が医師の間にある。しかし現状では、胎児の心音は、雑音が大きく明瞭に聞き取ることができない。そこで、胎児の心音をデジタルデータとしてコンピュータに取り込み、明瞭に聞くことができる音声データに変換する。今回の研究では、その前段階として、NAM マイク（後述）で収録した成人の心音データを例題とし、それを明瞭化する手法について検討した。

## 2. NAM マイクによる心音の収録

心音の収録には、NAM (Non-Audible Murmur) マイク<sup>[1]</sup>を使用する。NAM マイクは、送信部と受信部に分かれている。送信部は人体に装着し、受信部はマイク入力端子に接続する。送信部から受信部へは無線で音声データの送信を行っている。この NAM マイクは、奈良先端科学技術大学院大学の音情報処理学講座が開発したものである。

この NAM マイクを使った収録システムの構成を図 1 に示す。収録には音声分析ソフトウェアである Wavesurfer（フリーソフト）を使用した。収録した心音は音声ファイル（wave 形式）として保存した。

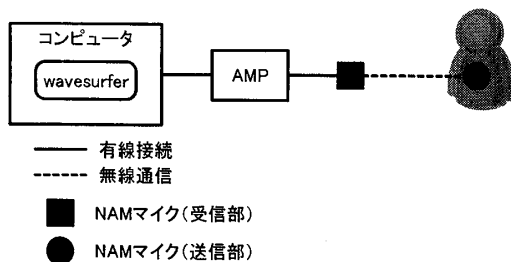


図 1 NAM マイクを用いた収録システム

Heart Sound Recording by NAM Microphones and Generation of Distinctive Sound

<sup>†</sup>Yoshinori MATSUMOTO, Non-degree Graduate Program, Osaka Prefectural College of Technology

<sup>††</sup>Hiromichi KAWANAMI, Hiroshi SARUWATARI and Kiyohiro SHIKANO, Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

<sup>†††</sup>Shigenobu FUKUSHIMA, Department of general engineering system, Osaka Prefectural College of Technology

表 1 雑音を除去に用いたソフトウェア

使用したソフトウェア	行った処理
sox コマンド	ローパスフィルタの通過
C 言語による自作プログラム	SN 比の算出
gnuplot	グラフ描画

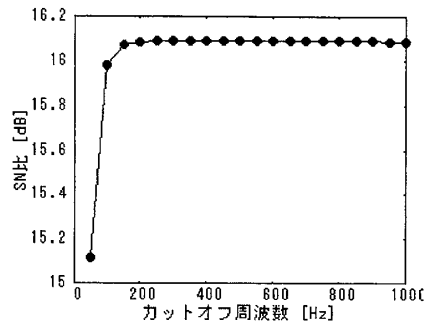


図 2 カットオフ周波数と SN 比の関係

## 3. 心音に含まれる雑音の除去

収録した心音データには雑音が含まれる。心音は周波数 100 [Hz] 前後の低周波であるので、ローパスフィルタを通し雑音を取り除く。最適なカットオフ周波数を実験的に求める。カットオフ周波数を変化させ、SN 比（信号対雑音比）を求め、カットオフ周波数と SN 比の関係をグラフ化する。これらの処理に用いたソフトウェアを表 1 に示す。これら一連の処理を連続して実行できるように、シェルスクリプトを作成した。

図 2 に、カットオフ周波数と SN 比の関係を示す。図 2 より、カットオフ周波数が 200 [Hz] ~ 1000 [Hz] の間は SN 比がほぼ一定である。しかし、高周波の音を残す必要はなく、カットオフ周波数は 200 [Hz] でよい。

## 4. FM 変調の応用による心音の明瞭化

次に、雑音を除去した心音データを、人間が判別しやすいものに明瞭化する。この前後の心音データをそれぞれ変換前データ、変換後データと記す。この処理は、FM 変調の応用であり、

変換前データの振幅から変換後データの周波数を変化させる。変換前データと変換後データを、それぞれ離散的に  $s_n, S_n$  ( $n=1,2,\dots,N$ ) と表す。変換後データ  $S_n$  を、

$$S_n = A_n \sin \omega_n \Delta t \quad (1)$$

と表す。  $\Delta t$  はサンプリング時間である。このとき、振幅  $A_n$  は、次式に示す通り、変換前データの振幅の 2 乗値から求める。

$$A_n = \alpha \frac{V_n^2}{\max(s_1^2, s_2^2, \dots, s_N^2)} \quad (2)$$

一方、  $\omega_n$  は次式の漸化式で求める。

$$\omega_n = \beta \sum_{i=1}^n \frac{V_i^2}{\max(s_1^2, s_2^2, \dots, s_N^2)} \quad (3)$$

式(2), (3)において、  $\alpha, \beta$  は調整用パラメータ(一定値)である。

今回、この処理を C 言語による自作プログラムを用いて行った。以下にその処理手順を箇条書きで記す。

- (i) 変換前データ  $s_n$  に対し、2 乗値の最大値を求める
- (ii)  $A_n, \omega_n$  を(2), (3)式から求める
- (iii) 変換後データ  $S_n$  を求める
- (iv)  $S_n$  を書き出す

このプログラムを用いてパラメータ  $\alpha, \beta$  を調整した。図 3~図 5 に変換前データと変換後データの波形、振幅スペクトルをそれぞれ示す。変換後データは、  $\alpha = 5000, \beta = 50000$  のときのものである。図 3, 図 4 より、変換前データは多少雑音が残っているのに対し、変換後データは雑音がほとんどなくなっている。一方、図 5 より、変換前データは 200 [Hz] 以下の周波数成分が多いのに対し、変換後データは約 5000 [Hz] までの周波数成分が幅広く含まれる。サンプリング時間から、これ以上の高周波成分の計算は望ましくない。この 2 点より、パラメータは  $\alpha = 5000, \beta = 50000$  が適切であるとした。明瞭化後の音を聞くと、鼓動の差違が分かりやすく聞こえることを確認した。

## 5. おわりに

本研究では、心音データの明瞭化に対して、実験による検討を行った。その成果として、以下の 3 点を得た。

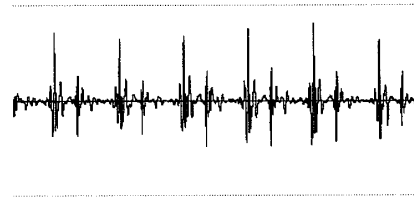


図 3 変換前データの波形

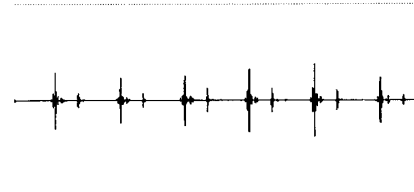


図 4 変換後データの波形

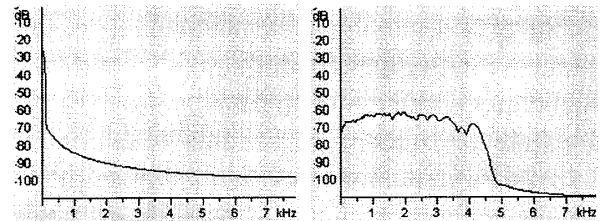


図 5 変換前データ (左) と変換後データ (右) の振幅スペクトル

- 1) 心音の収録システムの構築  
NAM マイク, アンプ, コンピュータ (Wavesurfer 使用) の組み合わせで構築した。
- 2) ローパスフィルタによる雑音の除去  
カットオフ周波数 200 [Hz] が最適であるという結果を得た。
- 3) FM 変調の応用による明瞭化  
FM 変調の有効性を確認し、最適なパラメータを得た。  
より多くの心音データや、より多くの被験者を用いた評価は、今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 中島淑貴, 鹿野清宏, “非可聴つぶやき声をインターフェースとするコミュニケーションのためのシリコン型 NAM マイクロホンの開発,” 電子情報通信学会論文誌, vol.89, no.8, pp.1802-1810, 2006
- [2] I. Kamarulafizam, Sh-Hussain. Salleh, J.M. Najeh, A.K.Arif, and A. Chowdhury, “Heart Sound Analysis Using MFCC and Time Frequency Distribution,” World Engineering Congress on Biomedical Engineering and Medical Physics, 27 August – 3 September, 2006