

無拘束心音計測システムの開発及び 隠れマルコフモデルを用いた心音種別の分類

藤田雛衣¹ 西尾啓汰² 鏑木崇史³ 栗原陽介¹

概要：近年、高齢者人口は年々増加傾向にあり在宅医療の需要も高まっているため、自宅で簡易的に健康状態を把握できるようなデバイスが多く求められている。医療現場における重要な生体情報の一つとして心音がある。これは医者が心音を聴診し、心音の種類から心疾患の種類を特定する。しかし、聴診には専門知識や技術が必要であるため日常の在宅環境での健康管理には十分に活用されていないという現状がある。そのため本研究では無拘束での心音計測システムと心音判別アルゴリズムを提案する。

本研究では心音信号を計測するためのデバイスとして、コンデンサマイクロフォンを用いた圧力センサを提案する。計測した心音信号には、ノイズ成分が多く含まれているため、ウィナーフィルタを適用し信号のノイズを除去する。心音の判別においては、フィルタ後の信号に対して隠れマルコフモデルを用いることで、心音の種類を判別する。

検証実験として、通常心音、III音、IV音、心雑音の四種をスピーカーから流し、水枕を伝播した心音を計測後、提案手法によって四種類の心音のうちどの心音が発生したかを分類した。その結果正答率は64.8%となった。

キーワード：心音、HMM、ウィナーフィルタ、無拘束生体計測、在宅健康管理

1. はじめに

心疾患や呼吸器疾患をはじめとした生活習慣病が近年大きな問題となっている。聴診は生活習慣病の診察における重要な項目の一つであり、患者への負担が少ないことや大掛かりな設備がいらぬなどの利点も多い。しかし聴診には専門知識や技術を必要であるため、日常の健康管理には十分に活用されていない。高齢人口の増加に伴う在宅医療の需要の高まりを背景として、在宅で生活習慣病の予兆である心音の異常を検出するシステムが必要となっている。そこで本研究では、無拘束での心音計測システムと心音の判別アルゴリズムを提案する。

2. 提案手法

心音計測用のセンシングデバイスは、前面のポートを密閉することで高感度化した双指向性マイクロフォンを搭載する。ゴムチューブの一端を封じ、もう一端に高感度化したマイクロフォン取り付け、塩化ビニル板と発砲ポリスチレン板を用いて固定する。このデバイスをベッドマットレスの下に設置することで、ヒトの呼吸や脈動といった生体活動により発生した振動や音を含んだ圧力変化を無拘束に計測する。センサの出力信号に対して、通過帯域 10Hz-1000Hzのアナログフィルタを適用したのち、ウィナーフィルタを用いてホワイトノイズを除去する。無拘束計測システムの計測信号に対して Baum-Welch アルゴリズムに基づいた隠れマルコフモデルを用いて判別を行う。無拘束計測システムの計測信号に対して量子化数 o で量子

化を行い、事前に構築された心音の種類ごとの隠れマルコフモデルとの尤度を算出し、尤度が最も大きくなるモデルと同じラベルとして心音の判別を行う。なお、モデルにおける状態数は s とする。

3. 実験

Fig.1 に示すように、スピーカーとセンシングデバイス間に水の層を挟み実験を行った。スピーカー(N889, DELL 社)から、収縮時駆出性心雑音・通常心音・III音・IV音の四種類の心音音源を5秒間再生し、センシングデバイスの出力信号をサンプリング周波数 2000Hz で計測した。5秒間を1データとして、それぞれ13, 13, 12, 17データであり、計55データを使用した。

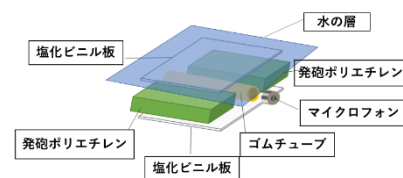


Fig. 1 計測デバイス

ウィナーフィルタの1データの分割数は25, 1フレーム当たりのサンプル数は400とし、今回はスピーカーから音を出さずに5秒間データを取得しノイズとして扱った。さらに、 $s=10$, $\sigma=50$ とした。心音の判別精度は正答率によって評価する。

¹ 青山学院大学理工学部経営システム工学科
Aoyama Gakuin University College of Science and Engineering
² 青山学院大学院理工学研究科理工学専攻マネジメントテクノロジーコース
Aoyama Gakuin Graduate School of Science and Technology Management
Technology Course

³ 国際基督教大学
International Christian University Nara Institute of Science and Technology

4. 結果

通常心音に関するフィルタ適用前の信号とフィルタ適用後の信号の一例を Fig. 2 に示す. 提案手法におけるフィルタ処理によって明らかにノイズ成分が除去されていることがわかる.

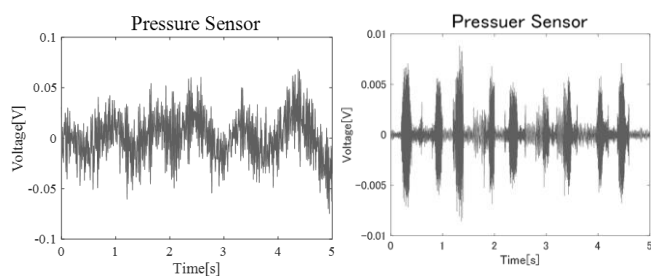


Fig. 2 フィルタ適用前(左)と適用後(右)の信号

さらに, 心音判別の結果を Table 1 に示す. 4 種の正答率の平均は 64.8%であった. 正答率が最も高いのは通常心音であり, III音とIV音の間の誤判別が多いことがわかった. III音IV音はそのほかの二種と比較すると波形が類似しており二種間の違いがあまり見られないことが原因として考えられる.

Table 1 心音判別の結果

真値\判定	心雑音	通常心音	III音	IV音	正答率
心雑音	8	2	3	0	61.5%
通常心音	3	10	0	0	76.9%
III音	2	0	6	4	50.0%
IV音	1	0	4	12	70.6%

5. 考察・展望

本研究では, 無拘束での心音計測と計測された心音の判別を目的として研究を行った. 検証実験の結果, 4 種の正答率の平均は 64.8%となった.

しかし, 実際の心音一拍の無音時間をノイズ区間に設定するなどの, 現状と異なる取り出しを行うことでよりノイズが少なくなる方法を検討する必要がある. さらに, 本論の検証実験においては 4 種類の心音に対して判別精度を検証したが, 心音には他の種類も存在する. 加えて, 呼吸による肺音も生体情報として有益である. したがって, 判別対象を拡げることも今後の課題である.