

ウェーブレット係数の分布による異常呼吸音の特徴検出

1185092 横田 優佳 【 ネットワーク信号処理研究室 】

Feature Detection of the Abnormal Respiratory Pattern Using the Discrete Wavelet Coefficient Analysis

1185092 Yuka YOKOTA 【 Signal Processing and New Generation Network Lab. 】

1 はじめに

近年の医療機器のデジタル化に伴い、聴診音の録音や伝送が可能な電子聴診器が訪問看護の現場で用いられている。訪問看護の現場で録音した聴診音を病院に伝送し、伝送した聴診音を病院の医師が診断する取り組みがある。従来の聴診では患者が病院に訪れ、医師がその場で聴診音の診断を行うため、診断結果を即時に患者に伝えることができる。しかし、訪問看護の現場で録音した聴診音を診断する場合は、各訪問看護の現場から集まった全ての聴診音の診断を行い結果を返すため、診断結果を患者に伝えるまでに時間がかかる。これは即時性が求められる聴診において問題となる。聴診音の中でも特に呼吸音に異常がある場合は生命に関わる病気の可能性が高いため、呼吸音の異常の有無は重要である [1]。そこで本研究では、録音した聴診音から異常呼吸音の可能性を自動で検出するための特徴検出を行うことを目的とする。

2 呼吸音の特徴

呼吸音は正常呼吸音と異常呼吸音に分類される。正常呼吸音には肺胞呼吸音や気管支肺胞呼吸音などがある。肺胞呼吸音は 100Hz から 200Hz の間に周波数的な特徴があるとされており、高い周波数成分を含まない。また、肺胞呼吸音は肺胞換気の指標と考えるとされており、この音が呼吸音の基本となる [2]。一方、異常呼吸音は何らかの原因で異常が見られる呼吸音のことを指す。異常呼吸音の中でも肺や気道から発生する音はラ音と呼ばれ、低調性連続性ラ音、高調性連続性ラ音、細かい断続性ラ音、粗い断続性ラ音がある。高調性連続性ラ音は 300Hz から 400Hz の間に周波数的な特徴があるとされており、肺胞呼吸音より高い呼吸音として聴取される。細かい断続性ラ音は吸気の後半で聴取され、細かい破裂音のような音が聴取される。これらの特徴から、呼吸音には持続時間や周波数に特徴があると言える。

3 異常呼吸音の特徴検出

前章で各呼吸音の特徴に違いがあることを述べた。そこで、周波数の違いから異常呼吸音の特徴検出を行うことを検討する。肺胞呼吸音と高調性連続性ラ音の周波

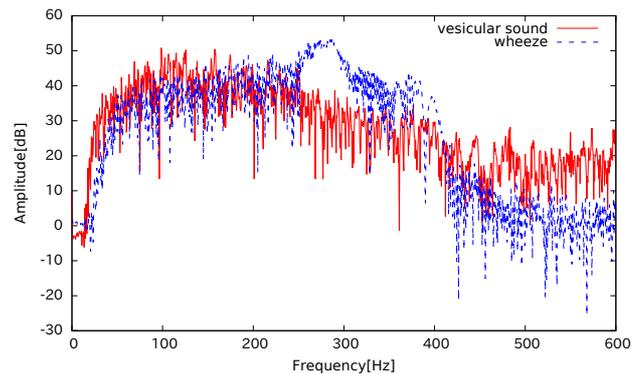


図 1 肺胞呼吸音と高調性連続性ラ音の周波数スペクトラム

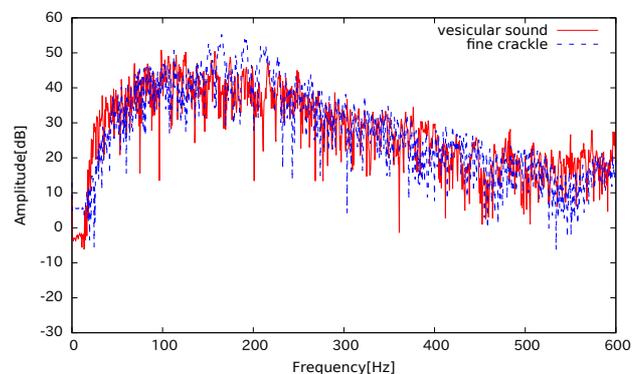


図 2 肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の周波数スペクトラム

数スペクトラムを比較したグラフを図 1 に示す。2つの呼吸音の周波数スペクトラムが大きく異なることから肺胞呼吸音と連続性ラ音の判別が容易なことがわかる。次に、肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の周波数スペクトラムを比較したグラフを図 2 に示す。2つの呼吸音の周波数スペクトラムを比較すると、特徴に大きな違いがないため、肺胞呼吸音と断続性ラ音の判別が困難なことがわかる。このことから、周波数の違いのみを用いて異常呼吸音の特徴検出を行うことが難しいと言える。そこで、時間周波数解析を行うことで異常呼吸音の特徴検出を行う。

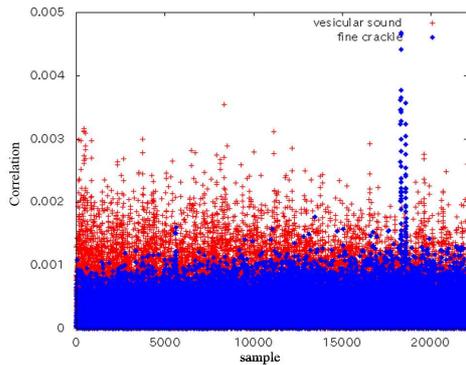


図 3 肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の係数分布 (CD)

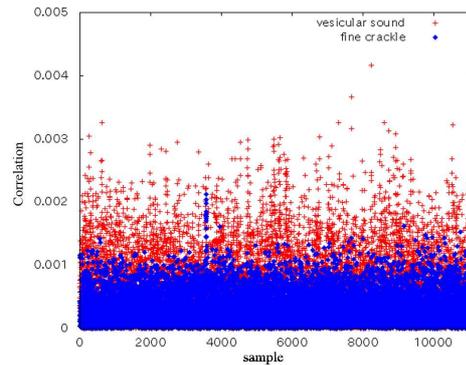


図 4 肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の係数分布 (マイク)

3.1 時間周波数解析による異常呼吸音の検出

時間周波数解析の手法には主に短時間フーリエ変換やウェーブレット変換がある。短時間フーリエ変換を用いて異常呼吸音の検出を行う場合 [3], 録音した呼吸音の呼気や吸気ごとに周波数スペクトラムを算出している。この際、窓による信号の分割点に異常呼吸音が存在することで異常呼吸音の特徴を検出できない可能性がある。この問題はオーバーラップ解析を行うことで解決できるが、処理時間が増大する。一方、ウェーブレット変換は呼吸音の分割処理を行うことなく特徴検出できるため、信号の分割による問題を解決できる。また、短時間フーリエ変換と比較して、ウェーブレット変換の処理時間が短いことから、ウェーブレット変換が異常呼吸音の検出に適していると言える。そこで本研究では、異常呼吸音の特徴検出にウェーブレット変換を用いる。これにより、1つの手法で正常呼吸音と複数の異常呼吸音の判別が容易になると考えられる。

3.2 ウェーブレット変換を用いた特徴検出

異常呼吸音の特徴検出に関する研究は CD サンプルを用いてシミュレーションされる場合が多い。しかし、病院の医師は電子聴診器で録音した聴診音の診断を行う。この際、電子聴診器の特性によって高周波成分が録音できないため、医師が誤診する可能性がある。これに対して、マイクを用いて録音した聴診音を医師に診断してもらうことで誤診を減らすことができると考えられる。そこで、シミュレーションは CD サンプルとマイクで録音した聴診音と電子聴診器で録音した聴診音の計 3 種類に対して行う。マイクでの聴診音の録音は、コンデンサマイクとリニア PCM レコーダを用いて行った。

正常呼吸音と異常呼吸音のそれぞれに離散ウェーブレット変換を適用して得られたウェーブレット係数を特徴量とし、ウェーブレット係数の分布を比較することで異常呼吸音の特徴検出を行う。

CD サンプルの肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音のウェーブレット係数の分布を比較したグラフを図 3 に示す。グラフの vesicular sound が肺胞呼吸音の分布、fine

crackle が細かい断続性ラ音の分布を示す。グラフの分布は、基底のスケール変化量を表す。肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の係数の分布を比較すると分布の仕方に大きな違いがある。また、細かい断続性ラ音の分布に、高い係数の分布が見られる。聴診音を確認すると、ラ音が発生している箇所が高く分布することを確認した。これは細かい断続性ラ音の特徴的な分布と言える。次に、CD サンプルの肺胞呼吸音とマイクで録音した細かい断続性ラ音のウェーブレット係数の分布を比較したグラフを図 4 に示す。CD サンプルの場合と同様に、肺胞呼吸音と細かい断続性ラ音の係数の分布に大きな違いがある。また、CD サンプルで見られた細かい断続性ラ音の特徴的な分布を確認した。これらの結果から、ウェーブレット変換で得られた特徴を用いることで聴診音の中から異常呼吸音の可能性を自動検出できると考えられる。

4 まとめ

本研究では、録音した聴診音から異常呼吸音の可能性を検出するためにウェーブレット係数の分布を用いた特徴検出を行った。複数の聴診音でシミュレーションを行った結果、細かい断続性ラ音で特徴的な係数の分布が得られることが確認できた。

参考文献

- [1] 山内豊明, 岡本茂雄, “生命・生活の両面から捉える 訪問看護アセスメント・プロトコル,” 中央法規出版株式会社, 2012.
- [2] 川城丈夫, “CD による聴診トレーニング—呼吸音編— 改訂第 2 版,” 株式会社 南江堂, 2013.
- [3] 喜安千弥, 柳原幸輔, 正田備也, 宮原末治, 岡三喜男, “呼吸の周期性を考慮した異常肺音の自動検出,” 映像情報メディア学術誌, Vol.61, No.12, pp.1769–1773, Dec. 2007.