

複数の聴診部位を考慮した肺音分析手法の提案 Proposal of Lung Sound Analysis Method Considering Multiple Auscultatory Sites

西尾 康佑[†]
Kosuke Nishio

萩原 敦史[‡]
Atsushi Hagiwara

島川博光[‡]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

呼吸器内科医の診察では聴診による検査が行われる。聴診では健常者の正常な肺音と異常な肺音を聞き分ける必要がある。通常、医師は異常音に含まれる「副雑音」を聞き取ることで病気を診断する。しかし、精度の高い診断をするには雑音のパターンを何通りも覚える必要があり、医師の熟練度によって診断の精度が左右する。また、副雑音には高齢医が聞き取りづらい高周波の音も含まれる。また、患者は病気の判定の理由開示を求めるが、専門用語による判断過程を口頭で説明されてもわからない。本研究では医師の聴診能力に抛らず精度の高い診断を行えるよう、肺音を収集、解析し異常音に含まれる副雑音を明らかにすることで各部位の副雑音判別モデルを作成する。さらに本研究では、決定木による病気の特定を行い、診察結果とその過程を視覚化し患者に提示する。これにより、患者は自身の病状をより詳細に理解できる。

2. 聴診音に頼った診察過程

2.1 現在の聴診検査

現在の聴診検査は、医師が複数の部位より聴取した音から、自分の知識と経験を頼りに病気の判断をしている [1]。肺音の聴診部位に関して、前胸部では肺尖・側胸部・胸郭下端を含む胸部全体の8カ所以上聴診し、背部では、前胸部と比べてより下部まで背部全体の8カ所以上を聴診することが推奨されている [2]。その他、特定の病気のさいに発生する副雑音を聴取するため、頸部や口腔での聴診も推奨されている [3]。

2.2 副雑音について

聴診で病気の可能性を探る際に重要となるのは、主に呼吸運動に伴って発生する異常音を聴取することである。その異常音の総称が副雑音である。副雑音は肺内から発生する異常呼吸音であるラ音と肺外から発生する異常音とに分けられる。さらにラ音は粗い断続性ラ音、細かい断続性ラ音、高音性連続性ラ音、低音性連続性ラ音の4つに大別される。断続性ラ音は持続時間の短い不連続なラ音であり、何かが破裂するような音である。また、連続性ラ音は一定時間以上持続するラ音であり、管楽器のように安定して繰り返される振動波形を持つ音である。これらの異常呼吸音であるラ音の違いにより、医師は特定の病気を想定する場合がある。

副雑音は病気の種類や病状によって聴取できる位置や音の周波数、大きさが変化する。医師は聴取した副雑音から、なぜその位置で副雑音が発生しているのか、なぜそのような音が身体から発せられるのかを考え、患者の肺の状態を想像する必要がある。聴診から病気を推定するには高い技能を要する。

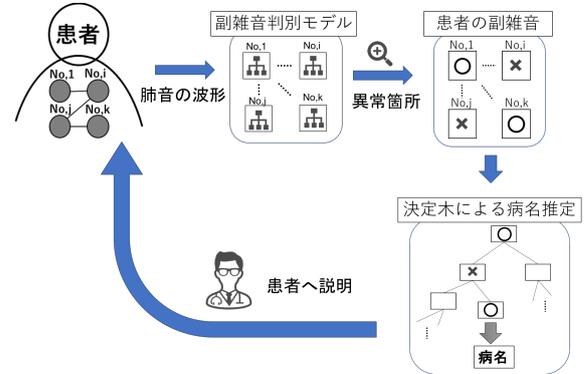


図 1: 提案する手法の概要図

2.3 現在の聴診の問題点

2.2節で述べたように医師には高い技能が要求され、経験の浅い医師が聴診のみで病気を推定するのは現状難しい。また、高周波の音が聞き取りづらい高齢医は高音性連続性ラ音などの高周波の副雑音を聞き取れない可能性もある。また、レントゲンなどと違い、診察結果が視覚化されないため患者は聴診検査のみでは自身の病状を理解しづらい。

3. 提案する聴診過程

3.1 手法の流れ

本研究では、患者の肺音と健常者の肺音を比較し、副雑音のある部位と特徴を判定する副雑音判別モデルを作成する。そして、異常部位から病名を自動特定し、病名とその根拠となった決定木を視覚化し、患者に提示するシステムを提案する。本手法の概要を図1に示す。

従来の診察では医師の熟練度に検査精度が左右される。また、高齢医は高周波の音を聞き取れない可能性がある。提案システムは、従来の人間の耳や経験に頼った診察ではなく、事前に集めた肺音データをもとに機械学習によって病名を判断をする。そのため、経験の浅い医者や高音が聞き取りづらい高齢医でも高精度で診察できる。また、診察時にはタブレット端末を用い、診察結果とその根拠を視覚化し患者に提示することで患者は自身の病状を正しく理解できることが期待される。

3.2 聴診部位別の副雑音判別モデルの作成

図2に、各部位の副雑音判別モデルの作成過程を示す。聴診した各部位の肺音が正常か異常かを判定する副雑音判定モデルの作成過程を以下に示す。

1. 複数人の健常者と患者の肺音データを実際の聴診のさいに聞き取る部位の数だけ集める。
2. 集めた肺音データに部位番号と正常・異常のラベル付けする。

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院情報理工学研究科

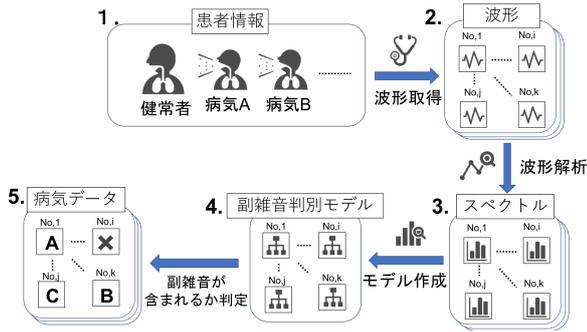


図 2: 副雑音判別モデルの作成過程

3. 集めたデータを波形解析し、聴診部位ごとの正常な肺音と副雑音を含む異常な肺音のスペクトルを比較し、副雑音のある部位と特徴スペクトルを明らかにする。
4. 正常と異常のスペクトルを用いて、これら2つを判別する判別器を部位ごとに訓練する。
5. 新しい患者より得られた肺音データを、部位ごとに判別器へ渡し、副雑音が含まれるかどうか判定する。

3.3 病名推定のための決定木作成

3.2節で示した病気と副雑音の関係を複数学習させることにより、決定木を生成する。生成された決定木を用いて病名を判定する。図3に決定木の作成過程を示す。

実際に患者から取得した肺音と各病気の副雑音のある部位と特徴の比較を行うことでその患者の病気が特定できる。熟練の医師は、各部位の聴診と、その結果を持ち寄った病名推定の2段階で診断する。これに習い、本研究では、各部位ごとに副雑音の有無を判断する学習器と、各部位の正常・異常の判断する学習器と、各部位の正常・異常の判断結果から病名を診断する学習器を切り分けている。これにより、2つの学習器のそれぞれの学習におけるあてはまりの精度と学習の速度を改善することができる。病気を特定するさいの決定木をタブレット上に視覚化し、患者に提示することにより診察結果の根拠をより詳細に知ることができる。また、患者の副雑音のある部位と肺音の波形、肺音の周波数スペクトルを医者に提示することで、医者の聴診能力に関わらず患者の病状を容易に把握できる。

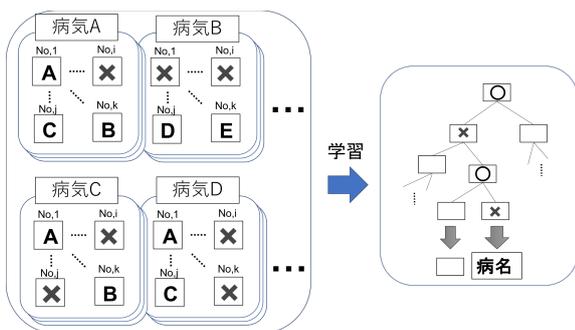


図 3: 決定木の作成過程

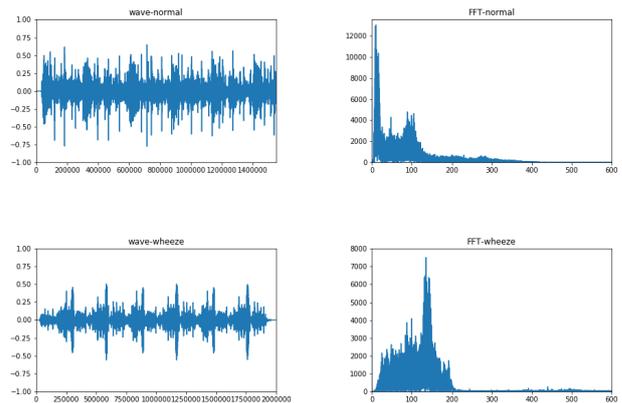


図 4: 健常者と気管支喘息患者の肺音比較

4. 肺音データの例

実際に提案手法の実現性を確認するため、資料に収録されていた気管支音をサンプルとして、正常な音と患者の音を比較した [2]。気管支音の波形とその波形のFFTにより出力されたパワースペクトルを図4に示す。1行目 (wave-normal, FFT-normal) は正常な気管支音である。2行目 (wave-wheeze, FFT-wheeze) は気管支喘息の患者の気管支音である。FFT-wheeze の高周波成分 (100~200Hz) に気管支喘息患者における副雑音の特徴を示すスペクトルを観測することができた。この結果より、複数の気管支喘息の副雑音を取得し、機械学習を行うことにより、気管支喘息を推測することができる可能性を確認した。また、他の病気に対しても副雑音の部位と特徴あるスペクトルを学習することにより、本手法を実現できると考えられる。

5. おわりに

本論文では、患者の肺音から副雑音を判別し、その結果から病気を自動特定するシステムを提案した。今後は、副雑音判別モデル作成のための肺音データの収集と解析を行う。また、患者に診断結果とその根拠を視覚化するツールの作成を行う。

参考文献

- [1] 長坂行雄. "スマホ・PCで聴ける！一番最初に読みたいナースのための肺の聴診。" (2016).
- [2] 大野良三. "診療参加型臨床実習に参加する学生に必要とされる技能と態度に関する学習評価項目診療参加型臨床実習に参加する学生に必要とされる技能と態度に関する学習評価項目, (2005)."
- [3] 川城丈夫, et al. "CDによる聴診トレーニング." (2013).