

呼吸器疾患診断支援のための胸部 CT 画像および呼吸音データを用いた機械学習の基礎検討 A Study of Machine Learning to Estimate Chest CT Image from Respiratory Sound for Support Respiratory Disease Diagnostic

○松村湧¹, 山内智史¹, 木村一貴², 戸田健³, 伊藤玲子⁴, 権寧博⁴, 藤多和信⁵

*Yu Matsumura¹, Satoshi Yamauchi, Kazuki Kimura², Takeshi Toda³, Reiko Ito⁴, Yasuhiro Gon⁴, Kazunobu Fujita⁵

Abstract: Japan has more x-ray computed tomography (CT) than other countries, but there are differences depending on the region. Especially it is difficult to install in remote islands and clinics. In addition, chest CT is effective in the diagnosis of respiratory disease. On the other hand, auscultation can be done anywhere easily and at low cost. If CT images can be estimated from auscultatory sounds, diagnostic support in remote islands and remote areas can be performed at low cost. In this paper, machine learning to estimate chest CT images is proposed by use of auscultatory sounds in order to classify respiratory disease.

1. はじめに

日本は他国と比べて X 線 CT 装置の設置台数が多いため、CT 大国と呼ばれている^[1]。特に呼吸器疾患に対しては有効な判断材料となっている。しかし、国民の誰もが受けられる検査ではあるものの、地域偏在により装置不足で受けられない地域もある。また、購入コストが高いため診療所などに導入することも難しい。一方場所を選ばずに行える聴診は、低コストかつ短時間で人体にあまりダメージを与えずに、患者の健康状態をチェックすることができる非侵襲的診断として知られている。しかし、聴診は医師の技量差により、誤診や聞き落としが発生する。その問題に対して近年では、異常呼吸音を機械学習で用いて分類する研究が発表された^[2]。この研究では複数箇所での聴診音の録音を行い、取れたデータをまとめて機械学習させ、副雑音の分類を行なっている。また、CT 画像の特徴と聴診音の特徴を照らし合わせた研究も行われている^[3]。これらのことから呼吸音からある程度の CT 画像の特徴を推定できる可能性があり、CT 装置がない離島や僻地における診断支援が低コストに可能となる。

本研究では、呼吸器疾患診断支援のために、患者から得られた胸部 CT 画像および呼吸音データを用いて特徴の学習を行い、呼吸音から CT 画像の推定を行うことを目標とする。

2. 方法

2.1 呼吸音データ取得

呼吸音を分類するためには、まず呼吸音を取得する装置が必要となる。本研究ではマイクロフォンアレーを用いた呼吸音収集システムを用いて呼吸音データを取得する^[4-6]。このシステムは、胸部 6 箇所での呼吸音を取得するために聴診器のチューブを切断しコンデンサマイクを挿入したケーブル 6 チャンネルを備える。また同時に呼気・吸気タイミングを取得するために鼻部に貼り付けるサーミスタセンサを備える。これらをオーディオインタフェースに接続することにより、呼気・吸気と胸部 6 箇所での呼吸音の同期計測を可能としている。

図 1 に実際に、気管支喘息患者から取得した呼吸音データをサウンドスペクトログラム化したものである。呼気・吸気タイミングデータ (図 1 中、0 ch) の上昇は呼気を表し、下降

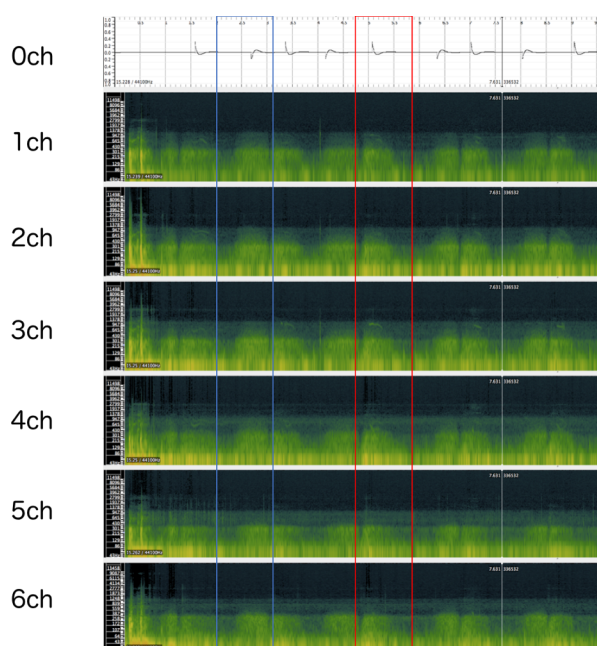


Figure1. Spectrogram of respiratory sound of asthma patient

は吸気を示す。1~6ch では縦軸が周波数、横軸が時間を表し、色の濃さが音の強さを示す。

気管支喘息の副雑音として、笛音と呼ばれる、400Hz 以上の周波数の音でピーピーという音が呼気タイミングにおいて聞こえる音である。実際に録音した音を再生してみたところ、赤線で囲まれた時間区域(呼気)で特徴的な音を確認できた。

2.2 機械学習

図 2 に、提案する機械学習の方法を示す。6 チャンネルのマイクロフォンアレーで取得した呼吸音データ及び同時に取得した胸部 CT 画像の特徴を学習データとして、呼吸音データアレーのみから部位の特徴 (症状、重症度) を分類するため、画像の機械学習手法として最もポピュラーな畳み込みニューラルネットワーク(convolutional neural network: CNN)を

1:日大理工・(院)前・電気 2:日大理工・学部・電気 3:日大理工・教員・電気 4:日大医・内科学系・教員 5:藤多パークサイドクリニック

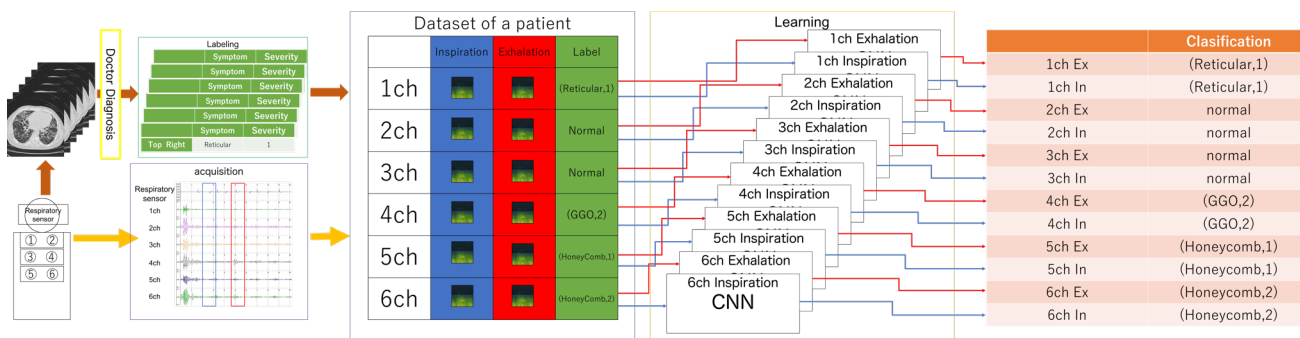


Figure2. Overall Architecture

用いる。

(1) 呼吸音データアレー 呼気・吸気及び6チャンネルの呼吸音を10秒ほど録音する。録音した音をサウンドスペクトログラムに変換する(図1参照)。

(2) 胸部CT画像データ 呼吸器疾患の一つとして間質性肺炎がある。この疾患は肺に繊維化という現象が起こり、肺が硬くなり膨らみにくくなる。CT画像では網状影や蜂巣肺と呼ばれ、すりガラス状の特徴が見られ、聴診では捻髪音と言われる音が吸気の最後に聞き取れる。この画像と音の特徴が、症状や重症度に応じて肺の部位で異なることがある。このことから図2に示す通り、呼吸音データに肺の上・中・下および左・右(右上肺野, 左上肺野, 右中肺野, 左中肺野, 右下肺野, 左下肺野)の特徴のラベルを付与し、医師によるCT画像所見(症状, 重症度)を呼吸音の特徴に結びつけ、CNNを用いた機械学習システムを構築する。

(3) 患者データセット 図1の画像を赤の領域(呼気), 青の領域(吸気)に区切り、さらにチャンネル毎に区切る。1chの呼気・吸気, 2chの呼気・吸気, 3chの呼気・吸気, 4chの呼気・吸気, 5chの呼気・吸気, 6chの呼気・吸気の12種類の画像が作成される。作成された12種類の画像に対し、CT画像からの症状, 重症度をラベルとして付与し、CNNに入力可能なサイズにリサイズしておき、これをデータセットとする。

(4) CNNアレー ニューラルネットワークの種類としては今回、2012年ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)において物体の多クラス分類にて優勝したAlexnetを試用する^[7,8]。呼吸音は前述の通り、疾患によってCT画像および呼吸音が部位と呼気・吸気で異なるため、6箇所の部位を呼気・吸気毎に分けそれぞれCNNで学習させる。

(5) 画像分類 12個のCNNアレーを通して、チャンネル及び呼気・吸気毎に画像の分類を行う。分類の結果より、症状の部位, 特徴, 重症度の推定につなげることが可能となる。

3. まとめと今後

本研究では、胸部CT画像の医師初見(症状, 重症度)を呼吸音にラベルとして付与し、CNNにて学習、分類を行い、呼吸音から患者のCT画像を推定する手法の提案を行った。今後は、データの収集を行い、的確に分類できるかを検証していく。

謝辞

本研究の一部は、日本大学学術研究助成金(No. 総 15-005)によるものである。ここに記して謝意を表す。

4. 参考文献

- [1] 梅宮清, CT・MRIの地域偏在と採算性に関する研究-稼働実態調査に基づく分析-, 商大ビジネスレビュー 6巻, pp.23-46, 2016
- [2] Aykanat, M. et al. J Classification of lung sounds using convolutional neural networks, Image Video Proc. (2017) 2017: 65. <https://doi.org/10.1186/s13640-017-0213-2>
- [3] 林, 他, 緊張性気胸の早期検出を目指した呼吸音の視覚化の試み, 日本外傷学会雑誌 22巻, vol.2, pp.234, 2008
- [4] Yuta Funayama, Takeshi Toda and Kazunobu Fujita, Basic study on separation and visualization of internal organ sound in auscultation, 10th France-Japan/ 8th Europe-Asia Congress on Mechatronics (MECATRONICS2014), pp.80-83, Nov.2014.
- [5] 松村湧, 舟山雄太, 戸田健, 藤多和信, マイクロフォンアレーを用いた呼吸器系疾患診断支援のための呼吸音収集システムの試作, 平成28年電気学会C部門大会講演論文集, TC19-8, pp. 75 2016
- [6] 長谷川大紀, 松村湧, 戸田健, マイクロフォンアレーを用いた呼吸器系疾患診断支援のための呼吸音収集システムの試作:聴診シミュレーターを用いた検証, 平成28年日本大学理工学部学術講演会予稿集,L-40, 2016
- [7] 渡邊, 他, 畳み込みニューラルネットワークを用いた花画像の分類, 第78回全国大会講演論文集, vol. 1, pp. 197-198, 2016
- [8] A.Krizhevsky, et. al., ImageNetClassification with Deep Convolutional Neural Networks, Curran Associates, vol. 25, pp. 1097-1105, 2012
- [9] Radiopedia.org:<http://radiopaedia.org/>