

CNN を用いた木材破壊音検出の試み

東京理科大学 学生員 ○竹森 司
東京理科大学 正会員 佐伯 昌之

1. 研究背景と目的

大地震が発生した際、ただちに被災度が把握されるが、地震の規模が大きい場合、把握に要する時間やコストは増加する¹⁾。そこで、著者らは被災度を自動的に把握するための手法の1つとして、スマートフォンやホームスピーカーで収録された構造部材の破壊音を機械学習により判定する手法を検討している²⁾。本研究では、実験により破壊音を取得しやすい木材を研究対象とする。この破壊音を検出することが可能な機械学習モデルを検証し、検出精度の向上を試みた。この手法が実現すれば、スマートフォンやホームスピーカーといったマイクロフォン付属機器により、災害時の構造被害が自動的に推定されることから、従来の振動計測とは別の情報を提供することができる。著者らのこれまでの研究では騒音計を用いて収録された20ms区間の時系列波形からMFCCを算出し、この特徴量を用いて学習したNNにてスマホデータの分類を試みると、分類精度が著しく低下することが確認された³⁾。そこで本研究では、著者らの先行研究で用いられたMFCCではなく、スペクトログラムを学習させたCNN(畳み込みニューラルネットワーク)モデルを用いてスマートフォンを用いて収録されたデータの検出率を確認した後、学習済みモデルにスマホデータを追加で学習させた場合の検出精度の確認を行った。

2. 検証条件

(1) 使用した学習済みモデル

本研究で用いた学習済みの機械学習モデルは畳み込みニューラルネットワーク(以下、CNN)である。このモデルは3層の畳み込み層と2層のプーリング層、また3層からなる全結合層により構成されており、学習データには、騒音計で収録された木材破壊音を正解データとし、環境音データセットであるESC-50のデータセットを不正解データとラベル付けをしたスペクトログラムデータを用いている⁴⁾。ここで、図1に騒音計で収録した音源のスペ

クトログラムの一例を示す。本研究では音源処理にlibrosaライブラリを利用しており、画像の下方向に向かって高周波数を示している⁵⁾。著者の研究にて、CNNを用いて騒音計により収録されたデータの検証を行い、精度(precision)、再現率(recall)、F値を用いて評価したところ順に、94.73%、90.00%、92.30%といった結果となり、木材破壊音検出にCNNを用いることの有用性を示された。

本研究では、正解データ材97個、不正解データ280個を利用し、バッチサイズ32、エポック数40で学習が行われたCNNモデルを用いて、スマホにより収録された木材破壊音の検出率を評価した。

(2) スマホデータ

本研究で用いるスマホデータは全48データである。これは、異なる4種類の機種を用意して各機種に12データの木材破壊音を収録している。対象の木材は杉、赤松を用意し、断面寸法60mm×60mm、90mm×90mmの2種類のを準備し、油圧試験機を用いて曲げ破壊を行った際の破壊音を収録した。ここで、図1にスマホで収録した音源のスペクトログラムを示す。

3. 検証結果と考察

本研究では、学習時の収録デバイスごとの入力データの違いが評価に影響を与えるかを調べた。初めに騒音計で収録された木材破壊音のみを正解データとして学習したモデルを用意した。そして、このモデルを用いてスマートフォンで収録された木材破壊音の検出率を確認した。次に、4種のデバイスの木材破壊音の内、1種を学習データに正解データとして追加してモデルの学習を行った。なお、残りの3つについても同様の手順で学習を行い、その平均値を用いることで評価を行った。

まず、騒音計で収録された木材破壊音のみを正解データとして学習させたモデルでスマートフォンデータの分類を行った場合の正答率は0%となった。これは、著者らが先行研究³⁾で用いたMFCCの場合よりも

キーワード 機械学習, 異常検知

連絡先 〒278-0022 千葉県野田市山崎2641-5号館2階
構造工学研究室 TEL 04-7124-1501

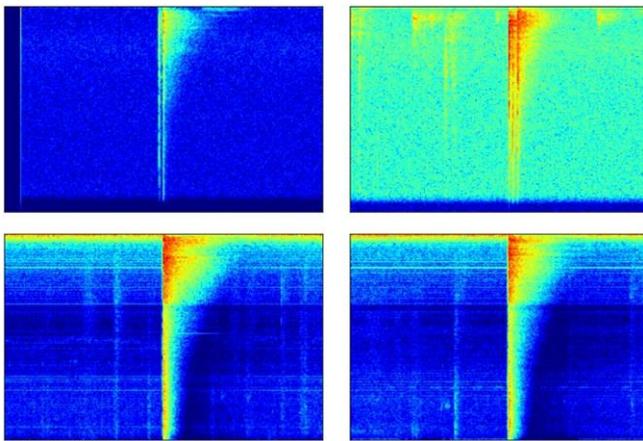


図1 騒音計とスマートフォンで収録した
木材破壊音のスペクトログラム
(上段：騒音計，下段：スマートフォン)

はるかに低いものである。一方で、スマホデータを学習データに混ぜ合わせた場合では検出率の平均は54.86%となり、騒音計で収録された木材破壊音をモデルに学習させた場合と比較して、推定精度が向上したことが確認できた。ここで、騒音計とスマートフォンのスペクトログラムの違いを確認するとスマートフォンのほうでは低周波数領域にて常時ノイズが見られているため、この部分の特徴が木材破壊音の特徴としてモデルが学習をしてしまい、正しく検出しなかったことが考えられる。

4. まとめ

本研究では、CNN を用いた場合の木材破壊音検出のための試みを行った。結果、収録機器の違いにより精度に違いが出ることが確認した。また、これの原因としては低周波数領域での常時収録されたノイズが原因であると考えられる。しかし、この低周波数領域のノイズがデバイスによるものなのか、それとも収録した音源そのものの条件が異なることによるものなのかについては確認し、研究する必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人 建築研究所, 平成 28 年熊本地震建築物被害調査報告書(速報), 国総研資料第 929 号, 建築研究資料 第 173 号, 平成 28 年 9 月.
- 2) 和泉田 健夫, 佐伯 昌之, 機械学習を用いた構造部材破壊音検出のための基礎的検討, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol. 75, No. 2 (応用力学論文集 Vol. 22)
- 3) 和泉田 健夫, 佐伯 昌之, 機械学習を援用

した構造部材破壊音検出のための実験的検討, 土木学会第 23 回応用力学シンポジウム講演概要集, 2020 年, 5 月

- 4) K. J. Piczak, “ESC: Dataset for Environmental Sound Classification,” Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Multimedia, Brisbane, Australia
- 5) B. C. R. D. L. D. P. E. M. M. E. B. O. N. McFee, “librosa: Audio and music signal analysis in python.,” In Proceedings of the 14th python in science conference, pp. 18-25, 201