

圧電素子を用いた建物の損傷検出における機械学習の活用

Analysis of the damage of building using piezoelectric sensor system with machine learning

○岸 朔矢¹、岸 映裕¹、橋爪 洋一郎¹、中嶋 宇史^{1,5}、山本 貴博²、

河原 尊之³、長谷川 幹雄³、伊藤 拓海⁴、崔 彰訓⁴、岡村 総一郎¹

(1. 東理大理応物、2. 東理大工教養、3. 東理大工電工、4. 東理大工建築、5. JST さきがけ)

°Sakuya Kishi¹, Akihiro Kishi¹, Yoichiro Hashizume¹, Takashi Nakajima^{1,5}, Takahiro Yamamoto²,
Takayuki Kawahara³, Mikio Hasegawa³, Takumi Ito⁴, Changhoon Choi⁴, and Soichiro Okamura¹

(1.TUS, Applied Physics, 2.TUS, Liberal Arts, 3.TUS, Electrical Engineering,

4. TUS, Architecture, 5. JST PRESTO)

E-mail: 1517610@ed.tus.ac.jp

【はじめに】建物に多数のセンサを巡らせ恒常点検を可能にし、大規模災害等の非常時さえも建物の状態をリアルタイムに取得することで、損傷状態をより正確に把握することが期待されている。現在の建物の損傷診断には、目視や歪ゲージなどを用いた計測があるが、それらのデータに基づいた判定は基本的に人間の経験と判断によっている。これまで我々は、建物の状態を統一かつ早期に判定することを目的とし、微小振動にも対応することのできる圧電センサによって振動データを計測し、機械学習を活用して信号情報の直接解析が可能であることを示してきた[1]。今回、より現実的な事例として、建築物を構成するボルトの欠損状態を圧電センサと機械学習を用いて判定する手法について検討を行ったので、その結果について報告する。

【実験・解析方法・結果】本研究は、大分県国東市に設置した実験用建屋で実験を行った。本研究では、建物の壁面に取り付けられているボルトが取り外されているかの識別に焦点を当てる。壁面のボルト穴上部にラミネート加工を施したクレハ社製 PVDF フィルム (40 μm) (Fig.1) を貼付し、壁面の中央部に殴打による撃力振動を印加した。発生した圧電電荷をチャージアンプを介して電圧に変換し、データロガーにて電圧波形を記録した。得られた振動波形の周波数成分を Fig.2 に示す。振動波形は、4 つのボルトをすべて締めた状態といずれか 1 つが外されている状態とについてそれぞれ 15 回ずつ、計 75 回分の撃力に対して取得した。この取得波形に対して全結合型ニューラルネットワークによって教師あり学習を行った。ニューラルネットワークの入力層には振動波形をフーリエ変換して得られる 359 の振動モードの強度列を入力した。撃力 75 回分の電圧波形データのうち、各状態のそれぞれ 10 回ずつのデータを学習用サンプルとして扱い、それぞれ残りの 5 回分の波形はニューラルネットワークの性能評価に用いた。Fig.3 はボルトの欠損を判別する際の学習曲線であり 400 ステップの学習で判別精度はほぼ 100% となることが分かる。この結果から、ボルトが外れているか否かの状態を機械学習によって容易に判別できることが明らかとなった。

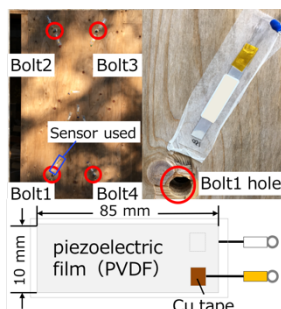


Fig.1 Picture of a piezoelectric sensor attached on test building.

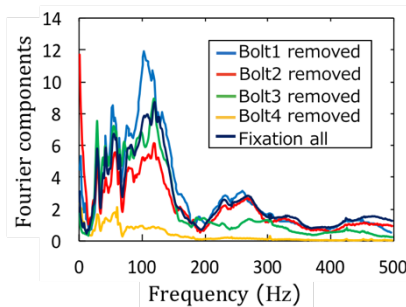


Fig.2 Fourier components of output signals of a piezoelectric sensor.

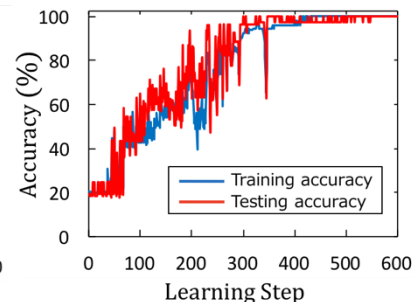


Fig.3 Learning curve of a neural network for detecting a removed bolt.

[1]岸朔矢ら、「機械学習を活用した圧電センシングシステムによる建物の状態検出」、第 78 回応用物理学会秋季学術講演会