

ウェーブレット変換前処理付き機械学習を用いた 木材ヘルスマニタリングにおける最適なセンサ配置の検討

高橋 徳明 長谷川 誉 松井 佐英子 大岩 凌 河原 尊之

東京理科大学工学部電気工学科

1. はじめに

前回、木材損傷の箇所と程度を、圧電センサと機械学習を用いて特定する手法についての基礎検討を行った。[1]これを踏まえ、本研究では圧電センサを複数用い、前処理にウェーブレット変換を適用することでより高精度な損傷検知を行う手法について検討を行った。

2. 実験概要

前回の同様の実験装置に、図1の様に木材の右端ブロック下部と左端下部、そして両方の台から内側に10cmの下部にそれぞれ圧電センサを一つずつ設置し、振動を検知した。センサには右端から左端の順で1~4の番号を割り振った。3cm×4cm×100cmのアカマツを10cmずつに区切って箇所特定の単位とし、各ブロックに重りの負荷を与えて擬似的な損傷とした。揺れは左端ブロック上部より野球ボールを落下させて発生させ、デジタルオシロスコープにより圧電センサの出力電圧波形を記録した。損傷位置とその程度を学習させるために、重りの位置8箇所、重りの重さ3種(木材重量の10%、20%、30%)と重りなしの場合の計25クラス、ボール(128g)が落下する高さ2種(2cm、5cm)、各30回、計1500回の測定を常温常湿下で行った。

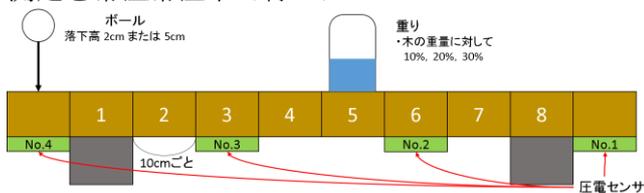


図1. 実験系

3. 解析手法

3.1 機械学習

今回は機械学習の手法としてk最近傍法(kNN法)とサポートベクトルマシン(SVM)を採用した。学習データには、センサを1つ用いた場合と2つ用いた場合と4つ用いた場合の計11種の学習データを用意し、識別率を比較・検討した。識別率は交差検証法によって求めた。

3.2 ウェーブレット変換

ウェーブレット変換(Wavelet Transform, WT)とは小さい波(ウェーブレット)の重ねあわせによる関数表現に基づく「時間周波数解析」である。フーリエ変換よりも応用

上優れていることで知られており、現在、指紋照合や雑音処理、動画処理など幅広い分野で利用されている。[2]本研究では学習前の前処理として用いた。

4. 解析結果

ボールの落下高を2cmにした場合の電圧波形のデータを学習させたときの25クラス分類の識別率を表1に示す。センサを1つだけ用いた場合よりもセンサを複数個用いた場合の識別率が高くなった。一例として、SVMを用いてWTなしでNo.1のデータだけで学習させた場合とNo.1とNo.2のデータを学習させた場合で比較すると13.7%向上している。また、センサを2つ用いた場合と4つ用いた場合の識別率の差は数%程度しか無かった。

前処理にWTを用いた場合では、センサ数が1つのみの場合で識別器にkNN法を用いた場合では平均して識別率が4%程度向上したが、他の場合では最大1.5%の向上にとどまった。よってWTを用いるよりもセンサ数を増やしたほうが識別率の向上の点では有効である。

表1. 識別率

	kNN法		SVM	
	WTあり[%]	WTなし[%]	WTあり[%]	WTなし[%]
No.1	73.1	74.5	79.3	78.9
No.2	81.7	80.9	82.7	84.0
No.3	86.1	70.8	87.1	81.7
No.4	76.9	74.5	79.7	80.8
No.1&No.2	92.5	93.6	92.7	92.7
No.1&No.3	89.9	88.5	92.8	92.0
No.1&No.4	90.4	90.4	93.1	91.9
No.2&No.3	93.7	91.1	93.9	93.2
No.2&No.4	92.7	91.3	92.4	92.5
No.3&No.4	91.2	87.1	91.5	90.8
No.1~No.4	90.1	89.6	91.2	90.4

5. まとめ

本研究では2つの圧電センサを用いることにより、4つの圧電センサを用いた場合とほぼ同等の精度で木材の損傷の程度とその位置を特定できた。今後は対象の木の種類を変更した場合の実験と解析を行い、汎用性のある手法の確立を目指す。

参考文献

- [1] 大岩凌, 長谷川誉, 高橋徳明, 松井佐英子, 伊藤拓海, 河原尊之, “圧電センサと機械学習を用いた木材のヘルスマニタリング”, 電子情報通信学会 2016年ソサイエティ大会講演論文集, 2016
- [2] 赤間世紀, “ウェーブレット変換がわかる本”, 工学社, 2015