

木材ヘルスマニタリングにおける損傷程度の高識別化の検討

長谷川 誉 高橋 徳明 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

昨今、建築物を常時監視するために材料や構造物にセンサ機能、アクチュエータ機能、制御機能を融合させ、システムとして能動的に知覚、判断、応答を行わせる「スマート材料・構造」が注目されている^[1]。これまでに損傷した木材の場所と程度を、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^[2]。しかし、重りの重さに比例して低重量時の識別率が低くなっていた。よって、重さによる識別率の差を少なくし、全体の識別率を向上させることを考えた。本研究では、実験方法はそのままに機械学習を用いて解析をする過程で、新たな手法についての検討を行った。

2. 実験概要

木造建築の筋交いをモデルとして実験系を構築した。筋交いの下部は固定され、上端に揺れが生じると考えた。木材が損傷した時、その位置と場所を特定するために3cm×4cm×100cmのアカマツを10cmごとに区切り、箇所を特定の単位(クラス)とし、各ブロックに大きさの異なる重りの負荷を与え、擬似的な損傷とした。揺れは左端ブロック上部に野球ボールを落下させて発生させた。この時の木材の振動を木材の右端ブロック下部に取り付けた圧電センサにより検知し、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。1本の木につき、重りの位置8箇所(8クラス)、重りの重さ3種(木材重量の10%、20%、30%)(3クラス)+無負荷の場合、ボール(128g)の落下高2種(2cm、5cm)、各30回、計1500回の測定を常温常湿下で行った。

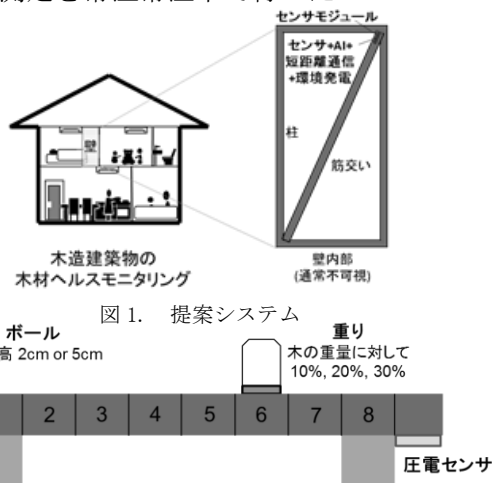


図2. 実験系

3. 解析手法

本研究では多項式カーネルを用いた SVM の関数を利用した。今回は1次、2次、3次と3つの多項式カーネルを用いた SVM を使い、機械学習を行った。そして識別率は交差検証法(10分割)により求めることで損傷箇所・程度の識別を行った。

4. 解析結果

ボールの高さ5cmにおいて電圧波形データを学習させたときの重りの種類による位置8クラスの識別率を図3に示す。全ての識別器で重りの重さに比例して識別率が高くなっている。また、1次SVMと2次SVMの識別率を比べると重りの重量が30%の時は識別率に差がないのに対して20%では1.5%の差、10%では2.6%の差と重量が下がるほど2次SVMの識別率が向上しているのがわかる。しかし、さらに高次の3次SVMでは1次SVMと比べ、10%の重りで識別率に差がなくなっている。また、20%、30%の重りではともに識別率が1.1%下がってしまい、3つの中で一番識別率が低い。これは過学習を起しているためではないかと考えられる。

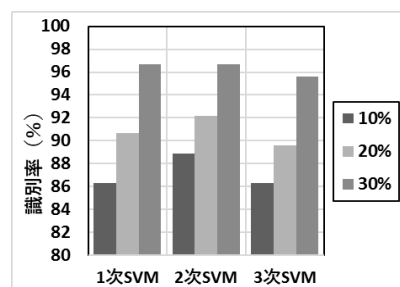


図3. 8クラス分類による識別率

5. まとめ

本研究では2次の多項式カーネルを用いた SVM の場合、8クラス分類では低重量時の識別率が上がり、最も汎用性が高い結果が出ることが分かった。今後は機械学習を用いた解析の新たな手法の検討を行うと同時に重りの種類を増やした場合や測定数を増やした場合の実験と解析を行い、さらなる識別率の向上と汎用性の向上を目指す。

参考文献

- [1] 谷口龍太, 三田彰 (2004) 日本建築学会構造系論文集, 第583号, p.55-59
- [2] 大岩凌, 長谷川誉, 高橋徳明, 松井佐英子, 伊藤拓海, 河原尊之 (2016) 2016年度電子情報通信学会ソサイエティ大会