

機械学習を用いた段ボール箱の圧縮強度予測

1. はじめに

包装貨物の荷崩れは重大な事故につながります。それを防ぐため、段ボール箱の圧縮強度は重要な指標です。日本国内では、圧縮強度を予測する手段に「ケリカットの簡易式¹⁾」を用いることが多いのですが、特定の段ボール箱(箱形式0201²⁾)にしか適用できないという欠点があります。そこで、人工知能の学習手法の一つである機械学習を活用することで、箱形式0201だけでなく、従来ケリカット簡易式に適用できなかった箱(箱形式0215、0300、中仕切りを含む箱)の圧縮強度も高い精度で予測できないか検討しました³⁾。本稿では、その結果を紹介します。

2. 実験方法

2-1. 段ボール箱の作製及び圧縮強度の収集

機械学習の訓練用及び評価用に、合計で1480種類の段ボール箱を作製し、JISZ0232(方法B)で圧縮強度のデータを収集しました。

段ボール箱は図1に示す3種類の形状とし、段ボールの材質や箱のサイズ、図2に示す中仕切りの有無や種類を変えることで多種多様な段ボール箱を作製しました。



図1 段ボール箱の形状

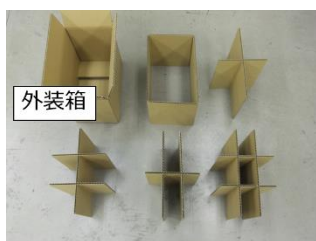


図2 中仕切りの形状

2-2. 強度予測モデル

図3(a)に示す人工ニューロンを、図3(b)のようにつないだニューラルネットワークを用いて強度予測モデルを作成しました。本報では高い予測精度が得られた強度予測モデルの結果を示します。予測精度は平均平方二乗誤差率(RMSPE)で評価しました。RMSPEは数値が小

さいほど予測精度が高いことを表します。

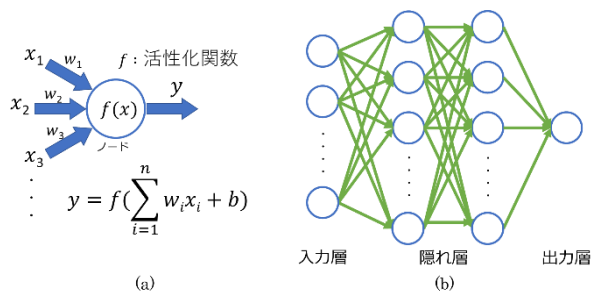


図3 人工ニューロン及びニューラルネットワーク

3. 実験結果

圧縮強度の実測値と強度予測モデルで算出した圧縮強度の予測値の関係を図4に示します。強度予測モデルのRMSPEは8.53%でした。また、従来手法であるケリカットの簡易式を箱形式0201に用いた場合、RMSPEは16.3%になりました。強度予測モデルは多種多様な段ボール箱に適用可能で、従来手法よりも高い予測精度が得られることが分かりました。

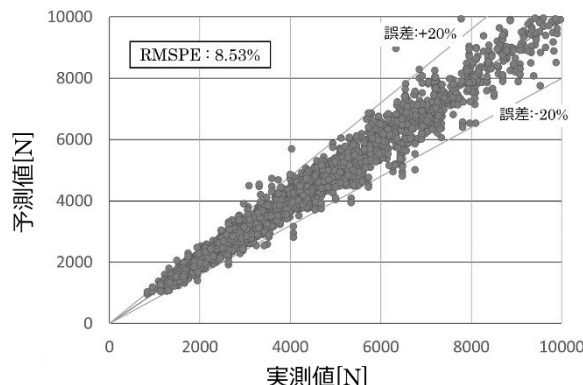


図4 圧縮強度の実測値と予測値の関係

4. おわりに

産業技術センターでは包装貨物、包装材料の評価に関する依頼試験、技術相談を行っておりますので、ぜひご利用ください。

参考文献

- 1) 五十嵐：段ボール包装技術入門, 121(1985), 日報出版
- 2) 日本産業規格 JIS Z 1507:2013
- 3) 飯田：日本包装学会誌, 33(1), 49(2024)