

ソフトな硬さセンサと機械学習を用いた生体組織の分類

Classification of Biological Tissues Using Soft Hardness Sensor and Machine Learning

°(M2)尾沢 昂輝¹, 奈良 健汰¹, 平山 文菜¹, Wang Yi-Fei², 関根 智仁¹, 松井 弘之¹

1. 山形大 ROEL, 2. 山形大 INOEL

°Koki Ozawa¹, Kenta Nara¹, Ayana Hirayama¹, Yi-Fei Wang², Tomohito Sekine¹, Hiroyuki Matsui¹

1. ROEL, Yamagata Univ., 2. INOEL, Yamagata Univ.

E-mail: t231591m@st.yamagata-u.ac.jp, h-matsui@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】 ヒトの触覚を模倣したソフトな触覚センサは、把持時の力覚をリアルタイムに検出でき、ロボットハンドや義手への応用が期待されている。これまで我々は、抵抗変化型のソフトな硬さセンサの高感度化を行ってきたが^[1]、実際の測定データから対象物の識別が可能かは不明であった。そこで、本研究では開発した硬さセンサと機械学習モデルのランダムフォレストを用いて生体組織の分類を行った。

【研究手法】 生体組織として(i)牛ハラミ、(ii)鶏ささみ、(iii)豚バラ肉、(iv)豚ヒレ肉、(v)豚レバーの5種類の食肉を用い、それぞれ生の状態と加熱調理した状態(i*-v*)の計10種類を用いた(Fig. 1)。硬さセンサを生体組織の上部に設置し、圧力試験機を用いて設定圧力(0.25, 0.50, 0.75 N)まで加圧した後5秒間保持し、その後減圧するという工程を10回ずつ繰り返した。そのときの抵抗の時間変化の波形を測定し、加圧1回ごとの波形(Fig. 2)に分割した後、機械学習を行うための特徴量を抽出した。最後に、ランダムフォレストで機械学習を行い、予測精度の評価を行った。その際、Recursive Feature Elimination (RFE)法により特徴量を厳選した。

【結果】 ランダムフォレストを用いて5分割交差検証を行った結果(Fig. 3)、88.3%の精度で生体組織の分類に成功した。予測が失敗したデータは加圧の1回目が多く、これはセンサの初期動作時の出力が不安定であった結果だと考えられる。RFE法を使用しなかった場合の精度は85.6%であり、RFE法によりモデルの予測精度が改善された。また、0.25, 0.50, 0.75 Nの圧力別に機械学習を行った結果、それぞれ89.9, 94.0, 96.0%まで精度が向上した。これより、圧力が確定した状況下では、より高精度に分類できることがわかった。

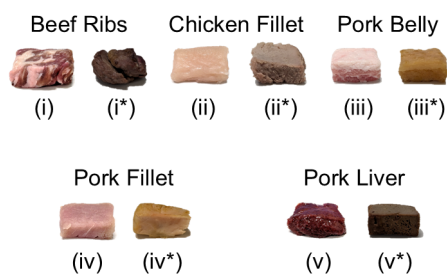


Fig. 1 Biological tissues

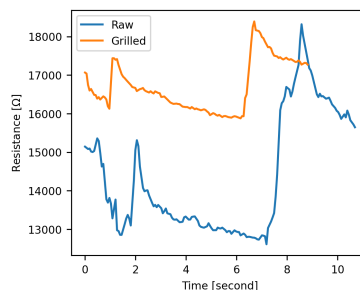


Fig. 2 Measured waveform

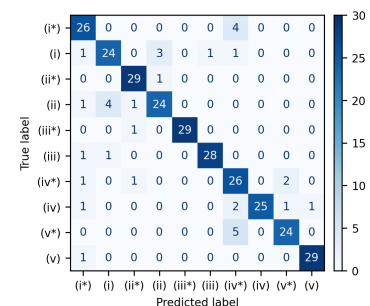


Fig. 3 Confusion matrix

【謝辞】 本研究の一部は、JSPS 科研費 23K13805、および文部科学省世界で活躍できる研究者戦略育成事業「学際融合グローバル研究者育成東北イニシアティブ(TI-FRIS)」に支援を受けたものである。

[1] 奈良ら, 第84回応用物理学会秋季学術講演会, 22a-P03-18 (2024).