

過渡応答を利用した深層学習による画素単位の材質分類

情報通信技術

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

本研究では、シングルフォトンアバランシダイオード (SPAD) センサーを使用して得られた過渡応答を利用した新しい材質分類手法を提案します。SPAD センサーは、ピコ秒レベルの時間分解能で単一光子の到達時間を計測できるため、各材質の独自の過渡応答を特徴ベクトルとして扱い、1次元畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いて画素単位の材質分類を行います。このアプローチにより、従来の RGB 画像のみでは困難だった材質の違いを、高精度に識別できるようになります。

■ 活動内容

1. 新しい材質分類手法の開発
シングルフォトンアバランシダイオード (SPAD) センサーを用いて取得した過渡応答を基に、新しい材質分類手法を開発しました。
2. ディープラーニングによる画素単位の分類
過渡ヒストグラムを利用して、1次元畳み込みニューラルネットワーク (1D-CNN) による画素単位の材質分類

を実施しました。

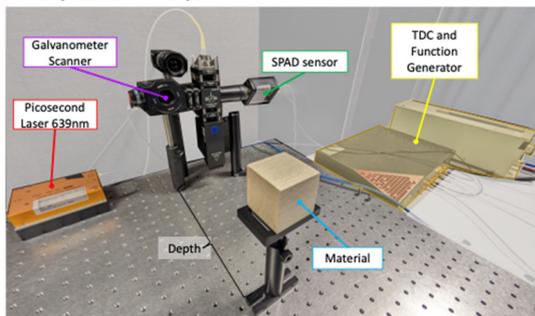
3. 実験の実施

SPAD ID100およびID900タイムコントローラーを用いて実験を行い、過渡応答データの取得と分類精度の向上を図りました。

■ 関連情報等(特許関係、施設)

- 使用センサー: シングルフォトンアバランシダイオード (SPAD) センサー、時間相関単一光子計測 (TCSPC) 技術
- 関連技術: ピコ秒レベルの過渡応答を使用した材質分類、1次元畳み込みニューラルネットワーク (1D-CNN) による画素単位の分類
- 関連研究: MIRU2024: 「Pixel-Wise Material Classification Using Deep Learning by Utilizing Transient Responses」
- SPAD センサーを用いた過渡ヒストグラムによる材質分類のための 1D-CNN モデル

◆ Experimental Layout



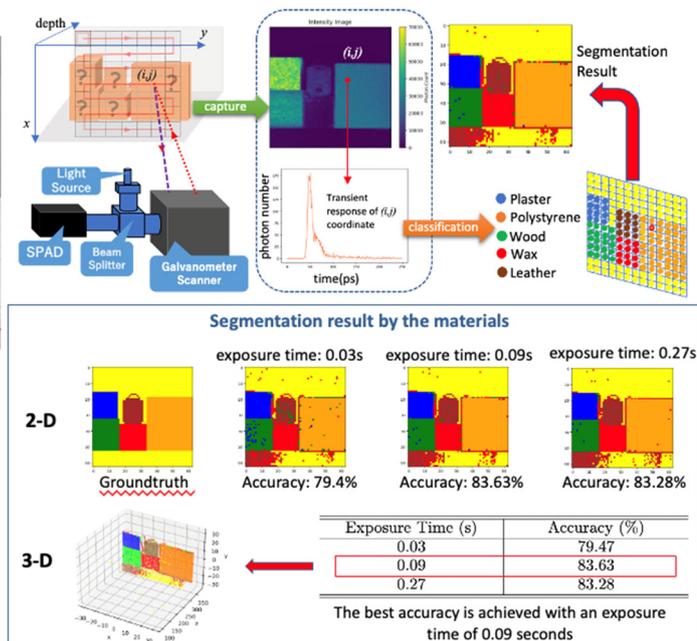
TDC and Laser Parameter:

- Time resolution : 13 ps
- Pulse width: ~300ps
- Light source repetition interval (pulse) : 130ns
- The number of time bins : 130ns/13ps = 10.000
- Wavelength : 639nm

◆ Results

Deep Learning give possibility to differentiate transient histograms
It can be used to analyze different transient responses of materials.

Changing exposure time for each pixel can improve the accuracy
The effect of exposure time give also affect the accuracy results, and need further investigation along with the time resolution parameter.



代表発表者 **Yohanssen Pratama (ヨハンセン プラタマ)**
所 属 **Nara Institute of Science and Technology
Graduate School of Information & Technology**
問合せ先 〒630-0101 NAIST, Takayama, Ikoma, Nara
TEL: 090-7614-6085

■キーワード: (1) Convolutional Neural Network
(2) Photon Counting
(3) Transient Histogram