

人工知能によるアスファルト舗装面のひび割れ判別の実用化

[研究代表者] 山本義幸 (工学部土木工学科)

[共同研究者] 木下伸一 (三陸土建株)

研究成果の概要

日本ではインフラ施設の多くで老朽化が進行しており、その維持管理が課題となっている。中でも道路は主たる対象の一つである。我々の研究ユニットは、従前から舗装面のひび割れ判別に関する研究に取り組んできたが、判別結果（ひび割れの有無の二択）が正解でも、部分的に、ひび割れ箇所以外がひび割れとして応答（特徴マップでの強度）しているケースを確認した。そこで、判別率をさらに向上させるためには、ハイパーパラメータを適切に設定し誤った応答を改善することが一解決策と考える。

本研究の目的は、深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ判別において、ハイパーパラメータの適切な設定により特徴マップの誤応答を改善し、判別率を向上させ実用化に至ることである。従来、ハイパーパラメータは、判別率の良否を指標として試行錯誤的に設定してきた。我々は、深層学習の中間層を可視化することで、論理性を付加したハイパーパラメータの設定指針が得られるのではないかと考え、訓練データの主成分分析や中間層の可視結果（特徴マップ）を分析し、誤応答を改善しえるハイパーパラメータを検討した。

訓練データの主成分分析から得た累積寄与率のグラフより、舗装面画像は、ひび割れあり・なしともに、自然画像よりも低次元の空間で多くの情報を表現できることが示された。これは、自然画像は特徴が多いのに対して、ひび割れあり・なし画像は舗装面という特徴が少ない画像であるためと推察される。ここで、95%以上の累積寄与率となる主成分の範囲について100主成分ずつで調べた。自然画像では、第1600主成分、ひび割れありでは第200主成分、なしでは第600主成分となった。以上から、学習データとして、情報量を大幅に削減可能であることが示された。具体的には、地上分解能の低下やグレースケールにするなどの効率的な手法が提案できる。ハイパーパラメータにおいては、畳込み層・プーリング層を削減可能ということが明らかになった。

研究分野：地理空間情報工学

キーワード：人工知能、アスファルト舗装面、ひび割れ

1. 研究開始当初の背景

日本ではインフラ施設の多くで老朽化が進行しており、その維持管理が課題となっている。中でも道路は主たる対象の一つである。我々は、従前から舗装面のひび割れ判別に関する研究に取り組んできた。近年は、人工知能(深層学習(ディープラーニング))の活用を検討している。この結果では、他の先行研究と同程度の高いひび割れ判別率(86%)が示された。しかしながら、深層学習の処理過程(中間層)の可視結果(特徴マップ)において、判別結果(ひび割れの有無の二択)が正解でも、部分的に、ひび割れ箇所以外がひび割れとして応答(特徴マップでの強度)しているケースを確認した。そ

こで、判別率をさらに向上させるためには、ハイパーパラメータ(深層学習のパラメータのうち人が調整するパラメータ)を適切に設定し誤った応答を改善することが一解決策と考察している。

2. 研究の目的

本研究の目的は、深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ判別において、ハイパーパラメータの適切な設定により特徴マップの誤応答を改善し、判別率を向上させ実用化に至ることである。従来、ハイパーパラメータは、判別率の良否を指標として試行錯誤的に設定してきた。申請者は、深層学習の中間層を可視化することで、

論理性を付加したハイパーパラメータの設定指針が得られるのではないかと考えた。訓練データの主成分分析や中間層の可視結果（特徴マップ）を分析することで、誤応答を改善しえるハイパーパラメータを検討した。

3. 研究の方法

舗装面のひび割れあり画像，ひび割れなし画像から10枚ずつ抽出し，これらについて主成分分析を行った。また，比較対象として自然画像のデータセット深層学習の研究分野でサンプルデータとしてよく利用されるCIFAR-10 画像データセット（以下，自然画像）に対しても主成分分析を行った。ここで，主成分分析での計算負荷を抑えるため，舗装面画像は，32画素×32画素に分割して，320枚ずつを分析した。図1に，主成分分析に使用したひび割れあり画像の一覧を示す。

4. 研究成果

図2～図4に，累積寄与率のグラフを示す。これを見ると，舗装面画像は，ひび割れあり・なしともに，自然画像よりも低次元の空間で多くの情報を表現できることが示された。これは，自然画像は特徴が多いのに対して，ひび割れあり・なし画像は舗装面という特徴が少ない画像であるためと推察される。ここで，95%以上の累積寄与率となる主成分の範囲について100主成分ずつで調べた。自然画像では，第1600主成分，ひび割れありでは第200主成分，なしでは第600主成分となった。以上から，学習データとして，情報量を大幅に削減可能であることが示された。具体的には，地上分解能の低下やグレースケールにするなどの効率的な手法が提案できる。ハイパーパラメータにおいては，畳込み層・プーリング層を削減可能ということが明らかになった。

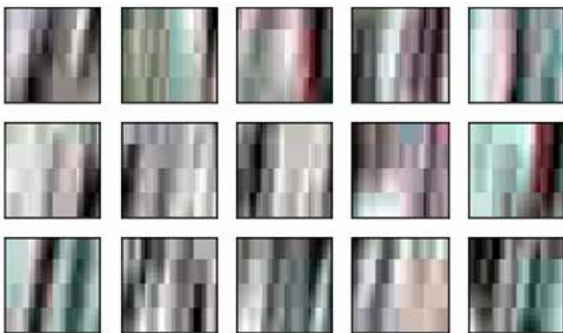


図1 自然画像の一部

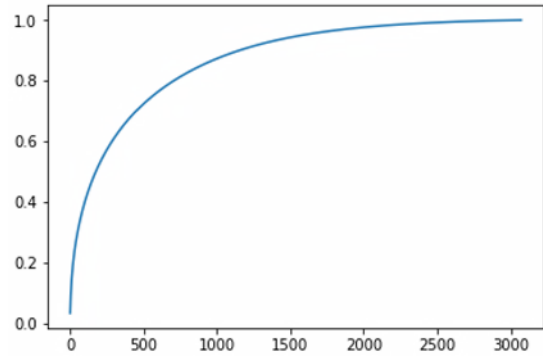


図2 累積寄与率（自然画像）

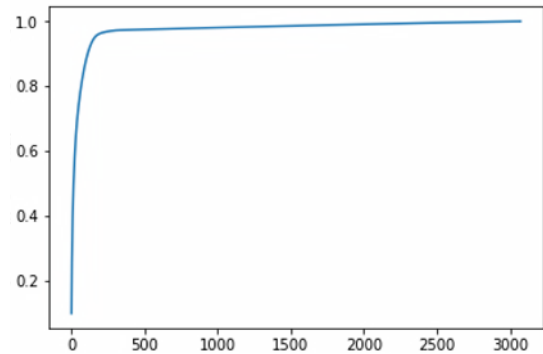


図3 累積寄与率（ひび割れあり）

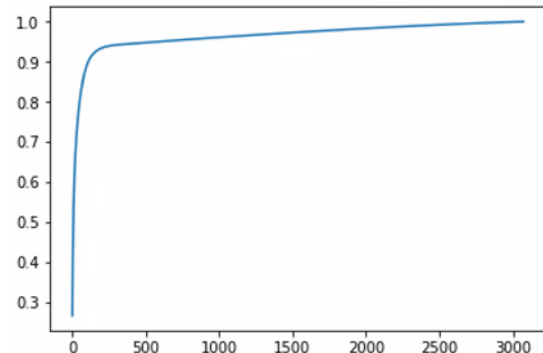


図4 累積寄与率（ひび割れなし）

5. 本研究に関する発表

- (1)山本義幸，“小型カメラで近接撮影されたアスファルト舗装画像に対する深層学習によるひび割れ判別：特徴マップの可視化によるアプローチ”、応用測量論文集、31巻、pp.123-132、2020
- (2)竹内祐太郎・山本義幸，“深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ判別における学習データの検討 - 主成分分析によるアプローチ-”、令和2年度土木学会中部支部研究発表会、IV-59、2021