

## 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-

愛知工業大学 学生会員 ○竹内 祐太郎  
愛知工業大学 正会員 山本 義幸

### 1. はじめに

アスファルト舗装面のひび割れ判別での深層学習の実利用が進められている。これにおいて、学習データの適切な仕様は、十分に示されていない。これが明らかになれば、学習データの収集の手間の軽減や判別力の向上等につながる。

本研究は、深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ判別で使用される学習データに対して主成分分析を行い、適切な学習データについて明らかにする。

### 2. 深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ評価

図1に、一般的な深層学習によるアスファルト舗装面のひび割れ評価の処理の流れを示す。ここに示すとおり、学習データとしてひび割れ有・無の舗装面画像を与え、その後、畳み込み層、最大プーリング層等からなる畳み込みニューラルネットワーク(CNN)により、ひび割れの有無を判別する。先行研究<sup>1)</sup>では、学習データとして地上分解能レベル0.3mmの舗装面画像(256画素×144画素)を約1万枚使用している。人間が決定するパラメータ(ハイパーパラメータ)のうち、学習回数は学習曲線などにより適切な回数を知りえることが可能であるが、学習データとしてこの程度の情報量が適切か否かを明示する指標はない。よって、判別率が高ければ、学習データについて再検討することなく利用しているのが現状である。

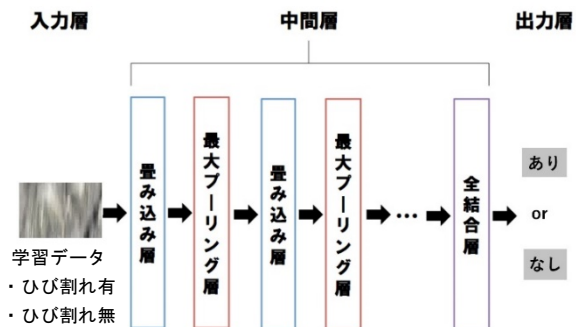


図1 深層学習によるアスファルト舗装面評価

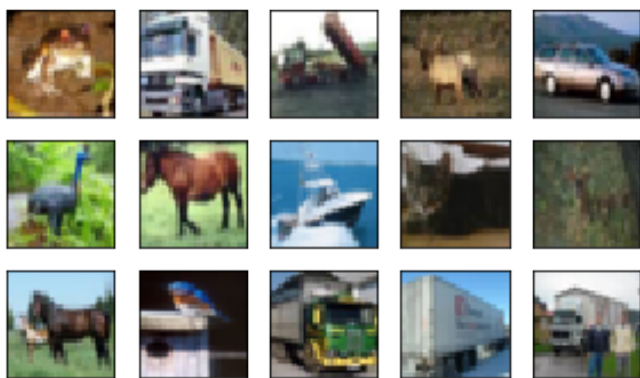


図2 自然画像の一部

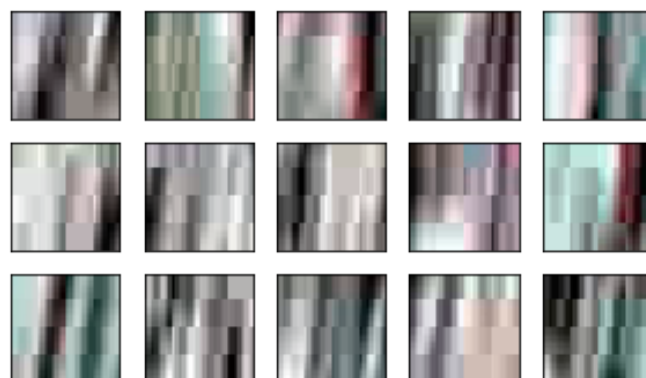


図3 ひび割れあり画像の一部

### 3. 学習データの主成分分析

先行研究<sup>1)</sup>で使用した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である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2～図4に、主成分分析に使用した自然画像・ひび割れあり・なしの画像の一覧を示す。

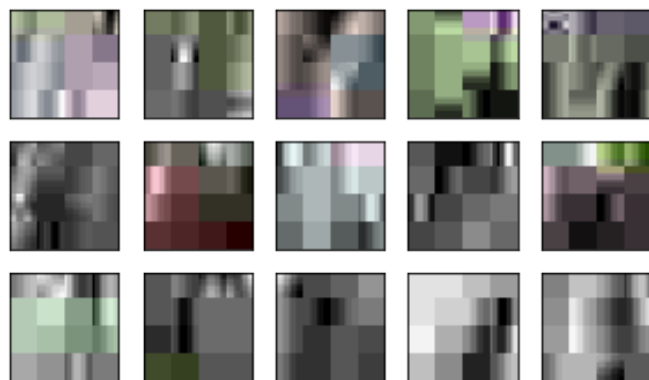


図4 ひび割れなし画像の一部

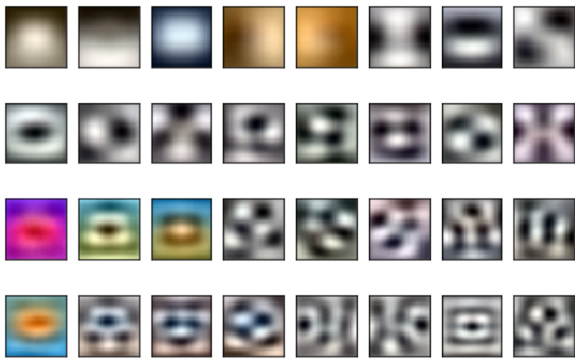


図5 固有ベクトル (自然画像)

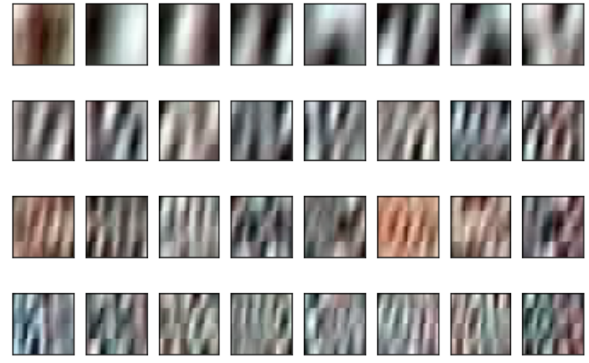


図6 固有ベクトル (ひび割れあり)

#### 4. 主成分分析結果と考察

図5～図7に、python<sup>2)</sup>での主成分分析で得た、自然画像・ひび割れあり・なしの第1～第32主成分(左上から右下にかけて配置)の固有ベクトルの可視結果を示す。自然画像は、主には低周波成分の特徴があり、詳細(マイナーな特徴)としては高周波成分が多くなる特徴が示された。ひび割れあり・なし画像においても、全体としては同様な傾向が見られたが、特に、縦方向の特徴が示された。これは、ひび割れあり・なし画像は走行中の車両で動画撮影した画像であるため、縦方向の“流れる”ような特徴が現れたものと推察する。また、幾分、ひび割れなし画像の方が上位の主成分で高周波の特徴が示された。これは、ひび割れなし画像の方が、特徴が少ないため、上位の主成分の方で高周波の特徴が見られたものと推察する。

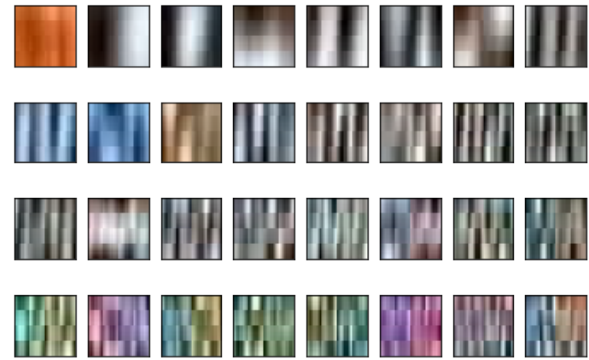


図7 固有ベクトル (ひび割れなし)

図8～図10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、図2～図4を比べてわかる通り、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。ただし、今回は、主成分分析において、畳込み処理等画素の近傍性を考慮することなく行っており、今後、畳込み処理等での近傍性を踏まえた解析でこれらの詳細を明らかにし、判別率への影響について検証する。

#### 参考文献

- 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，第31巻，pp.123-132，2020。
- 2) CIFAR-10のPCA白色化/ZCA白色化：<http://kikei.github.io/ai/2018/03/28/cifar10-whitening.html> [2020/12/24]

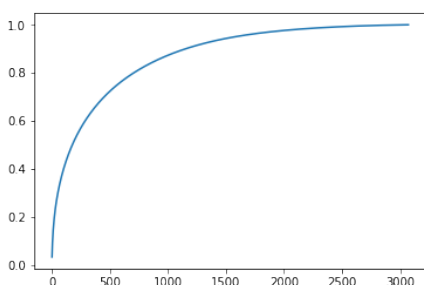


図8 累積寄与率 (自然画像)

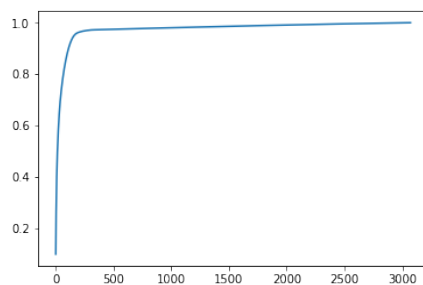


図9 累積寄与率 (ひび割れあり)

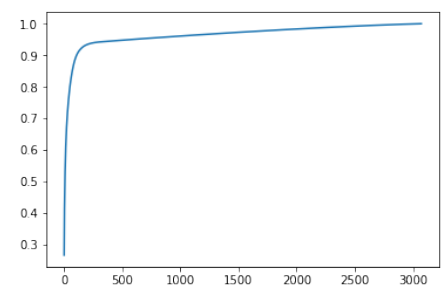


図10 累積寄与率 (ひび割れなし)