

車いす使用者向け経路探索のための路面評価に関する研究

隅田康明[†] 林政喜[†] 合志和晃[†] 松永勝也[‡]九州産業大学[†] 九州大学[‡]

1. はじめに

高齢者や歩行が困難な肢体障害者の移動の質の改善は、現代社会における大きな課題である。車いす使用者のQOLの向上のためには、独力で円滑な移動を行えるような支援をおこなうことが求められている。しかしながら、歩道を含む都市環境のバリアフリー化はいまだ十分ではない。歩道のバリアフリー化がなされているかについての定量的な評価を行い、それをもとにした経路の提示を行えるシステムの開発が必須といえる。そのためには、路面の材質・段差を定量的に計測することが不可欠である。しかしながら、歩道の材質や段差の計測については人力に頼るのが現状であり、多くの人的・時間的コストを要する。こうしたことから、我々も以前の研究で電動車いすによって移動した際に要した消費電力によって、手動車いす移動時の仕事量を推定する方法を提案してきた[1]。また、近年の画像認識技術の進歩によって、電動車いす移動時の消費電力を走行時に撮影した路面画像から推定することも可能となった[2]。この手法を応用することで路面の材質を撮影画像から推定することもできるものと考えた。

このようなことから、本論文では、深層学習によって路面の材質を路面の画像から推定できるかについて試行し、その結果の応用について検討する。

2. 方法

本研究では、路面画像から路面の材質を推定することを目的とする。路面の画像から路面の状態等を推定認識する研究としては、路面のひび割れの位置と大きさから損傷度合を推定するもの[3]、伸縮装置やマンホール、補修跡などを検出するもの[4]、自動車での走行時の路面入力騒音を予測するもの[5]などがある。本研究でもこれらの先行研究を参考に、深層学習による推定を試みることにした。

2.1. 通常状態と荒れた状態の分類

路面の材質について、アスファルト路面とインターロッキング路面の2種類について、通常状態と荒れた状態の分類が可能かどうかについて検討した。

学習用のデータは九州産業大学構内で撮影したアスファルト路面とインターロッキング路面の画像を用い、それぞれについて通常路面と粗い路面の2パターンに分類し、70%を学習用データ、30%を検証用データとして使用した。また、画像については反転画像を生成することでデータ数を増やした。学習には、深層学習用のpythonライブラリであるtensorflow (1.14.0)、keras (2.2.4)を用いて、VGG16学習済みモデルの16層以降を転移学習した。

学習したモデルを用いて、学習用、検証用とは別に用意した精度検証用の画像225枚を用いて推論を行った結果を表1に示す。粗いインターロッキング路面は92.30%の正答率と高い精度での推定を行っていたが、その他については高精度な推定を行うことは出来なかった。低い正答率となったものについては同一種別路面の通常のものや粗いものの認識を行えないケースが多かった。

高精度の推定を行えなかった理由としては、アスファルト路面、インターロッキング路面ともに通常のものや粗いものの2分類としたが、この分類については分類する者の主観が強く影響することから、学習用データの正しい分類を行っていない可能性がある。特に通常時と粗い状態についての境界については人間が識別することも難しく、路面材質について通常のものやそうでない状態に分類することは困難であると考えられた。

表1 材質と状態の分類結果

検証用画像の路面材質	正答率
アスファルト	75.30%
アスファルト(粗)	63.40%
インターロッキング	50.20%
インターロッキング(粗)	92.30%

A Study on Road Surface Evaluation for Route Finding for Wheelchair Users

[†] Yasuaki Sumida [†] Masaki Hayashi [†] Kazuaki Goshi

[‡] Katsuya Matsunaga

[†] Kyushu Sangyo University

[‡] Kyushu University



図 1 画像分類の例

2.2. 路面材質のみの分類

前述のように，路面の状態についての分類は困難であると考えられる．ただし，路面画像から電動車いす移動時の消費電流を推定することは可能であるため[2]，まずアスファルト路面とインターロッキング路面のいずれかを推定し，その後に同じ画像の路面を電動車いすで移動した際の消費電流を推定することで，路面材質と状態を推定することを考えた．

アスファルト路面とインターロッキング路面の分類については，2.1 と同様の学習によっておこなった．制度検証用画像を推定した結果を表 2 に示す．材質も含めた 4 分類の推定時と異なり，アスファルト路面，インターロッキング路面ともに 9 割以上の正答率となった．特に，インターロッキング路面については形状のパターンが明確であることが主な要因と考えられるが，100% の正答率となっている．

つぎに，同じ画像の路面を電動車いすで移動した際の消費電流値を推定した．推定の結果，実測値と推定値の相対誤差（ABS(実測値-推定値)/実測値）は平均で 6.37%，最大で 33.0%の誤差であった．

表 2 材質分類結果

検証用画像の路面材質	正答率
アスファルト	90.50%
インターロッキング	100.00%

3. 考察

アスファルト路面とインターロッキング路面の 2 種類について，路面の材質と状態を路面画像から推定することを試みた結果，2 種類の路面材質のみを分類した場合には 90%以上の正答率で推論を行うことが可能なモデルを構築できることが分かった．また，路面の材質を特定したのちに，電動車いすで移動した際の消費電流値を推定した結果，平均 6.37%の誤差での推定を行えることを示した．路面の材質を特定したのちに電動車いす移動時の消費電流値を推定することによって，その路面の材質だけでなく，移動時

に要する負荷について閾値による分類処理を行うことによって，路面の状態も推定可能なものと考えられる．路面の状態について特定の閾値によって分類する場合には，その閾値の設定方法についての検討が必要となる．

4. まとめ

本稿では，深層学習によって路面画像から路面の材質およびその状態について推定できる可能性を示した．ただし，本稿で対象としたのはアスファルト路面とインターロッキング路面の 2 種類の路面であり，路面材質の種類を増やした場合に推定精度が低下することも考えられる．推定する路面材質の種類を増やした検証については今後の課題である．また，深層学習による推定では，未知要素による誤差を完全に防ぐことは不可能である．画像認識による推定結果を経路探索やバリアフリーマップに利用する際の課題点を検討し，それについての対応策を講じることも今後の研究課題である．

参考文献

- [1] 隅田康明，林政喜，合志和晃，松永勝也：車輪付き手動移動体の走行負荷に基づく歩道の評価方法，情報処理学会論文誌，Vol.57, No.1, pp. 1-10(2016)．
- [2] 隅田康明，林政喜，合志和晃，松永勝也：深層学習による車いす利用者向け経路探索のための路面評価に関する研究，研究報告高齢(社会デザイン(ASD)，2021-ASD-20, No.4, pp.1-7(2021)．
- [3] 重村知輝，野村泰稔：深層学習に基づく物体検出・認識技術を用いた二段階構造表面ひび割れスクリーニング，材料，Vol.69, No.3, pp. 218-255(2020)．
- [4] 志賀純貴，江本久雄，馬場那仰，吉武俊章：AI による変状抽出機能の舗装路面簡易評価システムへの適用，AI・データサイエンス論文集，Vol.1, No.1, pp. 180-189(2020)．
- [5] 中村俊介，駒田匡史，松下光次郎，松村雄一：石崎 啓祐，深層学習による路面画像を用いた路面入力騒音の予測，自動車技術会論文集，Vol.50, No.5, pp. 1421-1426(2019)．

謝辞

本研究は令和 3 年度，科学研究費若手研究(21K18111) の助成を受けたものです．