1P-09

ディープラーニングを用いた撮影画像による前方路面状況及び床路面の静摩擦係数の推定

入江　俊†　　田村　仁‡

日本工業大学工学研究科機械システム工学専攻†　　日本工業大学工学部創造システム工学科‡

1　はじめに

車輪型ロボットが移動する際に,床の摩擦係数は機動性や速度に大きく関係してくる.車輪型ロボットは接触部分にセンサを取り付けて計測することができない,もしくは機材をその場所に持ち込んで予め計測することができないなど,非接触による計測が必要になってくる.そこで,撮影画像による摩擦係数の推定を提案する.摩擦係数の推定はこれまでにも,撮影画像から形状通過型フィルタを用いて特徴を抽出し,回帰分析等によって摩擦係数を推定する手法が提案されてきた.本研究では撮影画像からの特徴抽出と前方路面の予測を改めてディープラーニングによって計算を行い,先行研究とのシステムを比較し評価することを目的とする.

2　研究概要

本研究は撮影画像から路面における静摩擦係数を推定することを目的としている.先行研究より撮影画像には路面画像だけではなく路面に光を当てた時,前方路面の推定に前方数メートルの路面画像を入力として用いる.出力は対象の路面の摩擦係数と前方路面との類似度とする.システム概要図を図 1　システム概要図に示す.システム概要図中における,形状特徴抽出の部分を先行研究では形状通過型フィルタと呼ばれるフィルタを用いて行っていたが,本研究ではディープラーニングによる特徴抽出に置き換える.

2.1　形状通過型フィルタ

先行研究で用いられた形状通過型フィルタは画像中にある微小形状を抽出することができるプログラミックフィルタとして提案され先行研究において撮影した路面における静摩擦係数と相関があることが知られている.[1]抽出できる特徴の例を図 2　基本形状要素に示す.

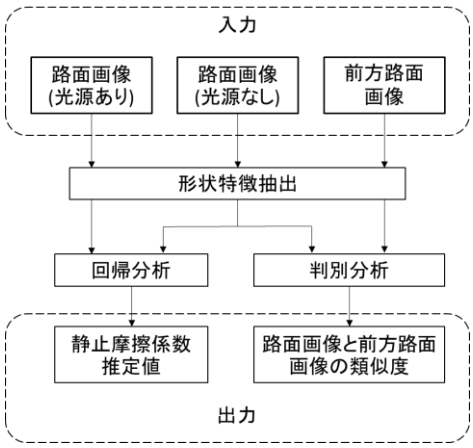


図 1　システム概要図

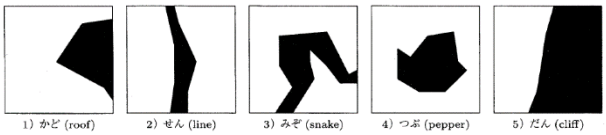


図 2　基本形状要素

2.2　畳み込み自己符号化器

ディープラーニングにおける特徴抽出の手法として畳み込み自己符号化器というものがある.ディープラーニングではニューラルネットワークによる行列計算を行うが,画像に適応する場合には位置関係を用いる畳み込みニューラルネットワークを用いている.自己符号化器はニューラルネットワークの事前学習や初期値の決定に使用され,データに含まれる特徴の抽出などに用いられる.この畳み込みニューラルネットワークを用いた自己符号化器を畳み込み自己符号化器といい,本研究ではこれを用いて形状特徴を抽出する.

Estimation of forward road surface condition and static friction coefficient of floor road surface by photographed image using deep learning

†Irie Suguru ・ Nippon Institute of Technology

‡Tamura Hitoshi ・ Nippon Institute of Technology

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

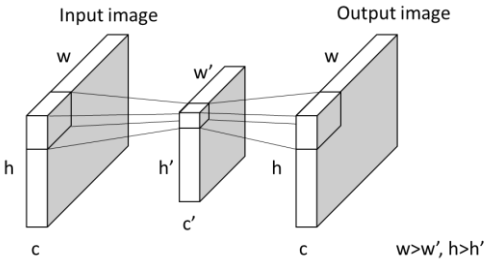


図 3 畳み込み自己符号化器

3　実験方法

実験の準備として,路面画像と前方路面画像と実際に路面を摩擦係数測定器によって収集してくる.路面を撮影する機材は Buffalo 社の BSW20KM11BK である.摩擦係数測定器は American slip meter 社の ASM725 を使用した.撮影した路面画像には光源の有無で 2 種類,静摩擦係数は 5 回測定を行い最大値,最小値を取り除いたトリム平均を用いる.次に示すのは路面に対しての撮影機材の位置の概略図と実際に実験に用いる画像の一例である.図 5 撮影画像の一例の(a)は光源なし路面画像,(b)は光源あり路面画像, (c)は前方路面画像である.前方路面画像は路面から垂直に撮影できないためホモグラフィー変換を行い正方形の画像に変換した.次に画像特徴を取り出すための畳み込み自己符号化器を作成する.中間層は 3 層の畳み込み層を用意した.フィルタサイズはすべて 3×3,フィルタ数は 16,8,8 とした.

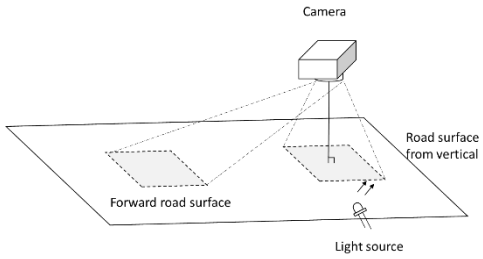


図 4 撮影環境概略図



図 5 撮影画像の一例

本実験では摩擦係数の異なる 5 種類の路面の画像を用意した.集めた路面画像はまず畳み込み自己符号化器を用いて特徴量を抽出する.今回畳み込み自己符号化器に入力する画像サイズは 224×224×3,出力される画像サイズは 28×28×8 となる.これをチャンネルごとに明度から算出する値である R.M.S.値を用いてチャンネル数の次元を持つベクトルに変換する.このベクトルを用いて実測した摩擦係数との重回帰分析を行う.また前方路面との判別には SVM 分類器を用い,路面画像の特徴量と前方路面画像の特徴量を入力とし,それらが同一の路面かどうかの分類を行った.

4　実験結果

実験結果を以下に示す.表中における 8 次元は路面画像のみを用いての推定,16 次元は光源の有り無しでの推定,45 次元は先行研究中[2]における形状通過型フィルタを用いての推定となっている.平均二乗誤差は推定値と実測値の誤差である.

表 1 実験結果

特徴量	決定係数 R^2	平均二乗誤差
8 次元	0.7586	5.18E-03
16 次元	0.8853	2.46E-03
45 次元	0.6000	

また判別分析においては訓練データに対して過学習してしまい有用な結果は出なかった.

5　考察

本実験より形状通過型フィルタを用いるよりも畳み込みフィルタを用いた場合に決定係数が向上することより,人間が考案したフィルタではとらえきれなかった特徴を取り出すことができたのではないかと考えられる.判別分析では前方路面画像が表面をうまく撮影できていなかったため,有用な結果が得られなかったと考えられる.

6　まとめ

路面状況から摩擦係数を推定することはできるが,前方路面の推定には別の手法や技術が必要になると考えられる.また摩擦係数は材料の組み合わせによって大きく変動するためそれを考慮したシステム構築が必要になるだろう.

参考文献

[1] 田村仁,阿刀田央一,自然なテクスチャの特徴抽出用「形状通過型」非線形フィルタバンク
電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J82-D-II No.12 pp.2260-2270 1999 年 12 月
[2] 亀田修司,島田知季,山下良博,小野里太志,田村仁,撮影画像による摩擦係数の推定
情報処理学会第 72 回全国大会講演文集(分冊 2),pp.599-600,2010
[3]入江俊,田村仁,撮影画像による摩擦係数の推定
FIT2016 第 15 回情報科学技術フォーラム講演論文集第三分冊,pp.205-209,2016

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.