

移動体に搭載可能な撮影画像による摩擦係数推定システム

後藤泰介[†] 今泉僚太[†] 小野里太志[‡] 堀越大輔[‡] 田村仁[†]

日本工業大学工学部[†] 日本工業大学工学研究科[‡]

1. はじめに

車椅子や、ロボット等の車輪を搭載した製品において、モータ駆動で移動する際の床の摩擦係数の計測は非常に重要な問題である。

本研究では非接触での測定を行うためカメラを用いて、床の摩擦係数の推定を行う。これにより、摩擦係数を考慮した制御が可能となる。

撮影画像によって摩擦係数を推定する手法としては、亀田らにより[1]の研究が行われている。本研究は、その研究より摩擦係数推定の推定精度向上を図るシステム構築をすることを目的とする。[1]のシステムでは、デジタル一眼レフカメラで垂直下方の床を撮影し、摩擦係数の推定を行った。その結果、推定式の構築に用いた床素材については、高い精度での推定が可能であることが判明したが、推定式の構築に用いていない床素材では、精度が落ちることが課題として残されており、実用性の上でも撮影条件が厳しすぎるものが問題であった。



図 1. 画像例 (左：真下 右：30cm 前方)

2. 撮影方法

サンプルの床画像の撮影には、小型で安価な web カメラを用いて動画を撮影し、1 フレーム毎に分割した画像から摩擦係数の推定を行う。

撮影は、移動可能なマイコンロボットにカメラを搭載し、真下と前方の床の動画を撮影する。

表 1 に撮影条件を示す。真下の画像は地面より 27cm。斜め前方は真下画像の中心点より 30cm 前方を撮影することとした。

表 1 撮影条件

製品名	Logicool 2-MP Portable Webcam
動画形式	640×480 30fps WMV 形式
フォーカス	オートフォーカス
倍率	1 X
距離	真下：レンズから地面まで 27cm 斜め前方：真下より 30cm 前方

3. 実摩擦係数の測定手順

実摩擦係数の測定は床画像の撮影と同時に進行。機材は American slip meter 社の ASM 725 を使用した。

測定の手順は以下のとおりに行った。

- (1) 測定する表面のゴミを除去する。
- (2) テグスを測定器に対して垂直, 測定する表面に対して平行にして引く。
- (3) 測定器本体が動きだし, ゲージが止まった値が測定結果とする。
- (4) 測定器で摩擦係数を 10 回測定する。
- (5) 10 回の平均をとり, 対象の摩擦係数とする。

Estimation System of Coefficient of Friction by Photo Image for Mobile Robot

Gotou Taisuke[†] Imaizumi ryota[†]
Onozato Taishi[‡] Horikoshi Daisuke[‡]
Tamura Hitoshi[†]
Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology[†]
Engineering Major, Graduate School of Nippon Institute of Technology[‡]

4. 推定手順

本研究では、形状通過型フィルタ^[2]を用いて微小な形状特徴を検出する。抽出する特徴は図3の9種類である。各形状特徴を抽出した出力画像から、その画像に含まれる形状特徴の量を表す抽出量として R. M. S. (root mean square) 値を得る。R. M. S. 値とは各画素の濃度の二乗値の平均の平方根である。

推定式の構築には F-in, F-out を 2 に設定した増減法の重回帰分析を用いる。説明変数には、図の 9 種類、微小形状の大きさ 5 サイズ (5, 7, 11, 15, 21) の計 45 種類とし、目的変数は摩擦係数とした。推定式は、以下のような線形結合式である。

$$y = (a_0 * x_0) + (a_1 * x_1) + (a_2 * x_2) \dots + (a_n * x_n)$$

x は分析によって選択された特徴値とし、
a はその係数。n は選択要素数である。

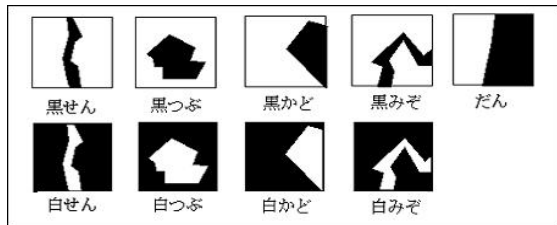


図3 基本形状特徴要素

5. 実験結果

2で示した手順によって撮影した、学内計 10 箇所の動画を 1 フレーム毎の静止画像に分解した。その後、抽出した画像を 256x256 サイズに縮小し、4で示したとおりに推定を行った。

なお、本研究は屋内による摩擦係数の推定を行うことを目的としているため、各箇所の摩擦係数は平均による一定値とした。

各箇所から 200 枚ずつ、計 2000 枚の画像を用いて推定を行った結果、自由度修正済み決定係数 (R^{2'}) は真下画像から推定したものの 0.94、斜め前方画像から推定したものが 0.95 となった。

[1]のシステムを用いた推定方法では、自由度修正済み決定係数が 0.94 だったことから、動画撮影からの摩擦係数推定を構築して推定する手法は十分に有効であると言える。

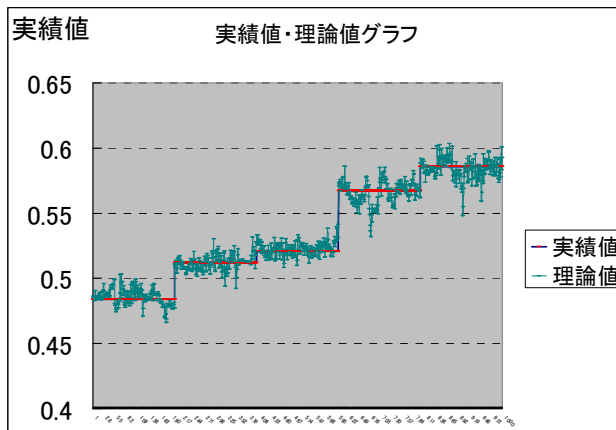


図4 推定された理論値と実測値の対応

6. まとめ

本研究では、10 箇所撮影した動画を 1 フレーム毎の静止画像に分解し、形状通過型フィルタを用いて特徴を抽出し、推定実験を行った。

その結果、小型で安価な web カメラでも十分に摩擦係数測定が可能であることが分かった。

また、元画像を動画で撮影することにより、大量のサンプルを用意することが可能となり、推定式の精度の向上を実現することが出来た。

参考文献

[1] 亀田修司, 島田知季, 山下良博, 小野里太志, 田村仁「撮像画像による摩擦係数の推定」第72回情報処理学会全国大会講演論文集(分冊2), pp. 599-600, 2010.

[2] 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, Vol.J82-D-II, No.12, pp.2260-2270(1999)