

# 広角カメラを用いた屋外駐車場混雑度分類における学習用画像データ前処理手法の検討 Training Data Preprocessing Method for Classification of Vacancy Rate in Outdoor Parking Lots using Wide-angle Cameras

川口 拓海<sup>†</sup>  
Takumi Kawaguchi

マッキン ケネス<sup>‡</sup>  
Kenneth Mackin

堅多 達也<sup>‡</sup>  
Tatsuya Katada

永井 保夫<sup>†</sup>  
Yasuo Nagai

## 1. はじめに

現在、広角カメラを用いてリアルタイムに屋外駐車場の空き状況を検知するシステムが運用されている。静止画から FCM 識別器を用いて車両の有無を検知する手法が提案されているが、事前に判定枠を設定し学習を行う必要がある[1]。我々は、人工ニューラルネットワークを用いた混雑度分類手法を提案し、高速道路 SA 一般駐車場の画像を用いたクロスバリデーション検証にて平均 70%の正答率を実現した[2]。しかしながら、特定の分類区分の正答率が 50%と低い値となった。本稿では、複数枚の駐車場画像を用いたデータ前処理手法を検討し、正答率向上を目指している。これにより、今後カメラを用いた駐車場空き状況取得製品が様々な駐車場に導入される時、駐車場ごとに判定枠の設定を行う必要がなくなり、設置コストの低減が期待できる。今回は実験により、前回と同条件の高速道路 SA 一般駐車場の画像を用いて提案手法の妥当性検証を行った。

## 2. 背景

駐車場では従来から赤外線センサーや超音波センサーを用いて車室状況を取得している。しかしながら、大規模な駐車場では台数が増えることでコストが高くなり導入が難しくなることが問題である。この問題を解決するために屋外駐車場でも運用できる広角カメラを用いた車室状況取得システムが開発されている[1]。ここでは FCM 識別器を用いた車室状況取得手法が提案され、天候や日照状況に影響を受けにくく、様々な状況下のテストにより検出率 95%の性能を実現している。従来のセンサーを用いる方式より導入コストが低く、防犯カメラとしての役割も果たすため様々な駐車場に普及が進むと期待されている。

現在、高速道路 SA にてカメラを用いたシステムが運用され、入口にて各区画の駐車率に応じた混雑度が表示されている。表示板(図 1)には混雑度が満・混・空のいずれかで表示され、各区画駐車率  $n$  の大小により、例えば表 1 のような規則で分類される。しかし、一車室毎に識別しているため、大型車両の影などでカメラ画像に死角が発生した場合、車室状況を認識できない。

表 1 混雑度分類規則の一例

駐車率(%)	表示
$n \geq 95$	満
$85 < n \leq 95$	混
$n < 85$	空

<sup>†</sup> 東京情報大学 Tokyo University of Information Sciences

<sup>‡</sup> 株式会社ニチゾウテック NICHIZO TECH INC.



図 1 実際の混雑度表示板

## 3. 問題・目的

市橋ら[1]の提案手法では、各車室の一部に判定枠を設定し、車両の有無を取得しているため、事前に人間による死角を考慮した判定枠設定や学習データ作成を行う必要があった。我々の研究[2]では人工ニューラルネットワークを用いた混雑度分類手法にて判定枠設定の必要としない混雑度分類手法を提案しクロスバリデーション平均正答率 70%の精度を実現した。しかし、特定の分類区分では平均 50%と低い正答率となった。

本稿では、正答率向上のためのデータ前処理手法を検討する。本手法により、判定枠設定や学習データ作成にかかるコストが抑えられ、大型駐車場へのシステム導入が容易となることが期待できる。

## 4. 提案

本稿では、背景差分法によるデータ前処理手法を提案する。我々の研究では人工ニューラルネットワーク(ANN)[3]を用いた混雑度分類システムを提案したが、画像全体を入力するため駐車区画以外も入力される。そのため、通路移動中の車両が駐車車両と学習され、精度の低下につながると考えられる。本手法にて通路の車両を入力から排除でき、正答率向上につながると考えた。

実験では、背景画像(図 2)と複数枚の混雑時駐車場画像(図 3)を用いてフィルタ生成後(図 4)、同条件での比較実験を行い、提案手法による精度向上を検証した。



図 2 背景画像



図 3 混雑時画像例



図 4 フィルタ適用画像

## 5. 検証

検証では Java をベースにしたプログラミング言語である Processing v3[4]を用いて、データ前処理を実施した画像を用いた ANN による混雑度分類システムを作成し、クロスバリデーションにて正答率の比較を行った。本検証で用いたデータ前処理では、背景画像 1 枚と混雑時駐車場画像 10 枚の平均化画像をピクセルごとに RGB 値を比較し、RGB 値の差の絶対値が閾値  $t$  (本実験では 163)を超えたピクセルを駐車区画として出力する処理を行う。その後、多層パーセプトロンのネットワーク(図 5)を誤差逆伝搬法にて学習後、混雑度分類精度の検証を行った。

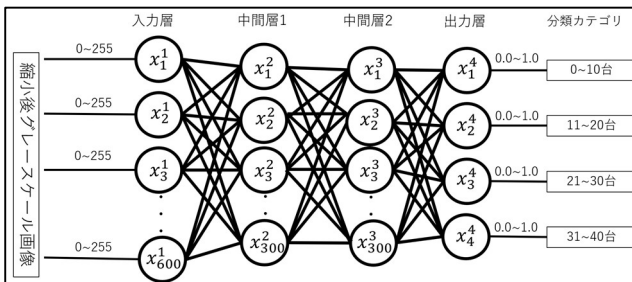


図 5 試作システムネットワーク

本実験では、4 段階の混雑度(0~10, 11~20, 21~30, 31~40)ごとに各 10 枚の計 40 枚を教師画像として学習後、分類検証を行った。画像は 1900×150 ピクセルを 100×6 に縮小し、256 階調のグレースケールに変換する。この変換を行うことでネットワークのサイズを小さくすることが可能となり、学習時間の軽減が期待される。

実験における ANN は下記の通りに設計した(表 2)。

表 2 ANN 設計表

入力層ニューロン数	600(総ピクセル数)
中間層ニューロン数	300
中間層数	2
出力層ニューロン数	4(各駐車率)
活性化関数	シグモイド関数
学習定数	0.005
安定化定数	0.1

## 6. 結果

データ前処理における学習精度の影響の検証として全画像を用いた学習カーブを出力した(図 6, 7)。グラフにて、学習可能であることを確認し、誤差の収束が早期に起こることが確認できた。次に、クロスバリデーションの結果を比較した(表 3)。本実験のクロスバリデーションでは学習回数各画像 1000 回 39 件の学習済みデータと 1 件の未学習データによる検証をすべての画像に実施し、各カテゴリの平均誤差と平均正答率をデータ前処理の有無で比較した。

クロスバリデーションにてデータ前処理有りでの平均誤差や平均正答率から混雑度分類精度向上が確認できた。

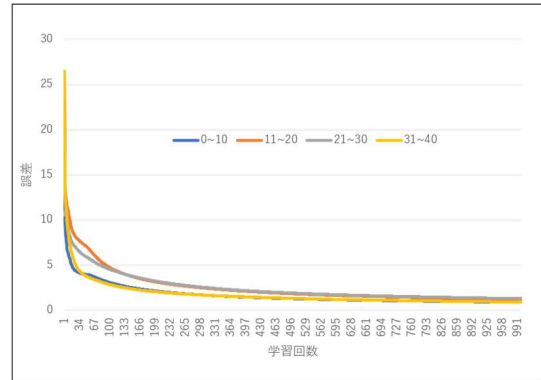


図 6 データ前処理無し

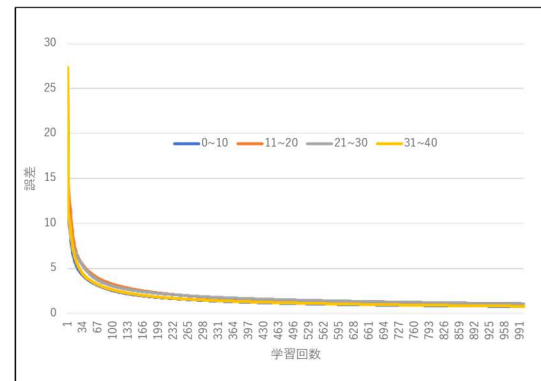


図 7 データ前処理有り

表 3 クロスバリデーション結果

分類カテゴリ	平均誤差	平均正答率
0~10 台	0.558 → 0.411	90% → 90%
11~20 台	1.161 → 0.845	50% → 60%
21~30 台	1.002 → 0.620	70% → 90%
31~40 台	1.061 → 0.768	70% → 80%
全体	0.945 → 0.661	70% → 80%

## 7. まとめ・今後の課題

本稿では、人工ニューラルネットワークを用いた混雑度分類手法のデータ前処理検討を行った。提案としては、背景差分法によるデータ前処理を実施し、実験では高速道路 SA 一般駐車場画像の混雑度分類システムにてクロスバリデーションを行った。結果としては、データ前処理にて全体平均精度が 70%から 80%と向上し平均誤差からもデータ前処理手法の有効性を証明した。

今後の課題としてはデータ件数を増やし、精度検証と天候による影響の検証を行う。さらに、本稿では駐車場の一部で検証を行ったため、駐車場全体の画像から混雑度の分類が可能か検証を行う。

### 参考文献

- [1] 市橋 秀友, 堅多 達也, 藤吉 誠, 野津 亮, 本多 亮宏: ファジィ c 平均識別器による駐車場のカメラ方式車両検知システム, 知能と情報(日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.22, No.5, pp.599-608, 2010.
- [2] 川口 拓海, ケネス マッキン, 永井 保夫, 堅多 達也: 広角監視カメラを用いた平面駐車場の混雑度分類手法の検討, 情報処理学会第 82 回全国大会, 1U-06
- [3] 溝口 理一郎, 石田 亨: 人工知能, 株式会社オーム社, 2000.
- [4] <https://processing.org/>, Processing.org.