

広角監視カメラを用いた平面駐車場内の混雑度分類手法の検討

川口 拓海[†] マッキン ケネス[†] 堅多 達也[‡] 永井 保夫[†]

[†] 東京情報大学 [‡] 株式会社ニチゾウテック

1. はじめに

現在、屋外駐車場の空き状況を、広角カメラを用いてリアルタイムに検知するシステムが実用化されている[1]. 既存研究では静止画から 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、死角をなくすために多数のカメラが必要となる[2].

本研究では、単体の広角カメラから取得した駐車場全体の画像から人工ニューラルネットワークを用いて混雑度を算出する手法を検討する. 死角を含めた駐車場全体の混雑度を算出することで、必要なカメラ台数減少が期待される. 本稿では高速道路の 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が、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いことが問題である. 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]. 既存研究では FCM 識別器を用いた車室状況取得手法が提案されており[2], 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で検出率 99.6%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
$95 \leq n$	満
$95 > n \geq 85$	混
$85 < n$	空



図 1. 実際の混雑度表示板

3. 問題・目的

従来手法では、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. そのため、死角対策としてカメラ台数や角度で対策がされている(図 2). 当然、カメラ台数が増えることで導入や管理のコストが増大する.

本研究では、カメラ台数が少ない駐車場でも表 1 の規則に基づいて混雑度分類が可能な手法を検討する. 本手法によりカメラ設置コストが抑えられ、システム導入が容易となる.



図 2. カメラ設置例

4. 提案

本稿では、人工ニューラルネットワーク(ANN) [3]を用いた混雑度分類手法を提案する. 従来手法では判定枠が死角となる場合、車室状況を認識できず、混雑度に誤差が生じる可能性がある. 本手法では、駐車区画全体で判定することで、車室の一部が死角となる場合でも区画全体から混雑度分類が可能であると考えた.

本研究では、高速道路 SA 一般駐車場の画像を入力画像(図 3)とし、画像から一区画を切り取り・縮小後(図 4)、グレースケールに変換を行う(図 5). そして、誤差逆伝搬法(BP)にて学習後、満・混・空の分類を行う.

Classification of Vacancy Rate for Outdoor Parking Lots using Wide-angle Cameras

Takumi Kawaguchi[†] Kenneth Mackin[†] Tatsuya Katada [‡] Yasuo Nagai[†]

[†] Tokyo University of Information Science

[‡] NICHIZO TECH INC.

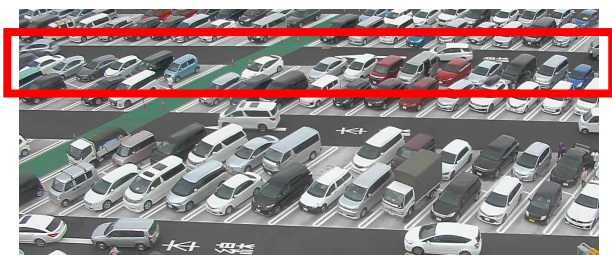


図 3. 実際の画像 (枠線部分を入力)



図 4. 縮小後画像



図 5. グレースケール化画像

5. 検証と結果

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, ANN による混雑度分類システムを作成した. 試作システムでは多層パーセプトロン(図 6)を作成し, 誤差逆伝搬法にて学習後, 混雑度分類が可能か評価実験を行った.

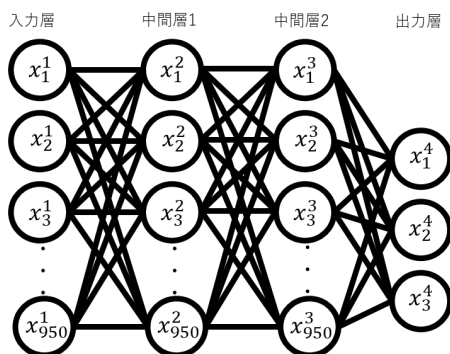


図 6. 試作システムネットワーク

本実験では, 混雑度(満・混・空)ごとに各 10 枚の計 30 枚を教師画像(図 7, 8, 9)として誤差逆伝搬法による学習後, 分類を行った. 画像は 1900×150 ピクセルを 19×50 ピクセル(計 950 ピクセル)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.



図 7. 混雑度: 空



図 8. 混雑度: 混



図 9. 混雑度: 満

試作システムにおける 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	950(総ピクセル数)
中間層ニューロン数	950
中間層数	2
出力層ニューロン数	3(満・混・空)
学習係数	0.05
学習慣性	0.7

図 10 に学習回数 50 回の学習曲線を示した. 学習結果から, 提案手法を用いた分類手法にて混雑度分類が可能であることが確認できた. 本実験では入力画像を縮小・グレースケール化することで, ANN の大きさと学習時間を軽減したが分類精度は十分となった.

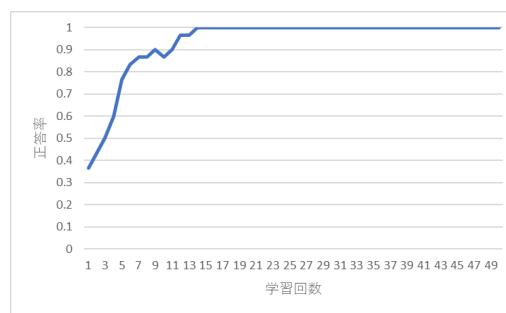


図 10. 学習曲線

6. まとめ・今後の課題

本研究では, 単体の広角カメラから取得した駐車場全体の画像から混雑度を算出する手法を検討した. 提案としては, ANN を用いた混雑度分類手法を提案し, 実験では縮小・グレースケール化した画像から混雑度の分類が可能であることを示した.

今後は, 天候や時間帯を考慮した学習を検討し, 従来手法との精度比較を行う. そして学習した分類器が他の区画にて利用可能であるか実験を行う.

参考文献

- [1]<http://www.nichizotech.co.jp/products/04parking/>, 駐車場誘導管制設備/設計～試運転, 株式会社ニチゾウテック.
- [2] 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.
- [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.