

# 画像認識を用いた駐車場管理システムの提案 — 物体検出モデルの構築 —

## Proposal of Parking Lot Management System Using Image Recognition Construction of object detection model

知念 航太, 小渡 悟

Kota Chinen, Satoru ODO

沖縄国際大学産業情報学部

Department of Industry and Information Science, Okinawa International University

Email: 19DB080@okiu.ac.jp

**あらまし**：近年、駐車場内の渋滞が問題になっている。駐車場管理には、駐車場警備員による人的管理やセンサーやカメラを用いた機械的管理が手法として用いられる。しかし、それらにはセンサーの設置による導入コスト、警備員の負担増加や人件費増加などそれぞれデメリットがある。このような背景から、カメラ映像から画像認識を活用して駐車場の状況管理を行えるシステムであれば、コストや設置の手軽さなどの面から大学内の駐車場など汎用的に利用できると考えた。

**キーワード**：画像処理, 駐車場管理, YOLOv5

### 1. はじめに

国内の自動車交通量は2000年代をピークとし、近年は微増ないし横ばい傾向にある<sup>(1)</sup>が、大型ショッピングセンターやイベント会場などにおける来館車両の円滑処理は周辺環境の影響やサービスの観点からも大きな課題となっている<sup>(2)</sup>。駐車場内での渋滞も課題の一つである。

駐車場管理には、駐車場警備員による人的管理やセンサーやカメラを用いた機械的管理が手法として用いられる。例えば、大型ショッピングモールなどでは各駐車スペースにセンサーを配置し、駐車場内の車の出入りを監視する手法が取られている。しかし、センサーを用いた方法は、空いている駐車位置を正確に取得できるというメリットがある一方で、センサーの設置が必要なため導入コストが大きいという問題がある。また、警備員による人的管理にも管理コストの増加や警備員の負担増加などのデメリットがある。

地方大学では学生の通学に自家用車が利用されることが多い。しかし、駐車場内での駐車スペースの位置が分かりにくい場合、駐車場内で渋滞が発生してしまう。また、駐車場の出入口が限られていることから待機車両による渋滞も発生している。

駐車場に関する渋滞を解消するために、カメラ映像から画像認識を活用して駐車場の状況管理を行えるシステムであれば、コストや設置の手軽さなどの面から大学内の駐車場など汎用的に利用できるのではないかと考えた。関連研究として、深層学習を用いて駐車場の空きスペースを検出する手法<sup>(3)</sup>、車両検出手法の参考としてドライブレコーダ動画を用いた路上駐停車判定手法<sup>(4)</sup>、車両台数を推定する手法の参考としてディープラーニングを活用した駐車場満空監視システム<sup>(5)</sup>が提案されている。

本研究では駐車場に設置したカメラ映像を用いて

駐車率を取得し、利用者が駐車場の状況を確認することが可能なシステムを検討したので報告する。

### 2. 提案システム

#### 2.1 概要

画像認識を用いた駐車場管理システムを構築する。Raspberry Pi 4に接続したUSBカメラを通して、駐車場を一定時間ごとに撮影する。その後、撮影画像に対して、画像認識技術を用いて車両を推定し、台数計測を行う。そして車両台数を基に駐車率を計算しWebサイト上にて表示を行う。

#### 2.2 採用技術

画像認識に使用する物体検出アルゴリズムとして、YOLOv5を使用した。YOLOは画像をグリッドシステムに分割するオブジェクト検出アルゴリズムであり、推論速度が高速であるという特徴がある<sup>(6)</sup>。

本手法を採用した理由として、他の物体検出アルゴリズムと比較して推論速度が速いこと、学習が容易であること、過去のバージョンと比べても精度が向上していて精度が高いため、採用に至った。

また、Webシステムのフロントエンドにはメンテナンス性を考慮し静的型付け言語であるTypeScriptを使用し、フレームワークとしてReact.jsを採用することでレスポンスを考慮した構成にした。推論結果をWebシステムに連携する手法としては、YOLOv5の推論結果をFast APIを使用してWebAPIとして実装する形で実現した。

#### 2.3 システムの画面構成

認識結果から算出した駐車率を3段階で表示する。駐車率を表示するために車のアイコンを画面上に表示し、駐車率に応じて色に変化するようにした。駐車率が50%以下の場合には緑色、駐車率が60%以上80%未満の時はオレンジ色、それ以上の場合には赤色で表示されるようにした。図1に表示例を示す。

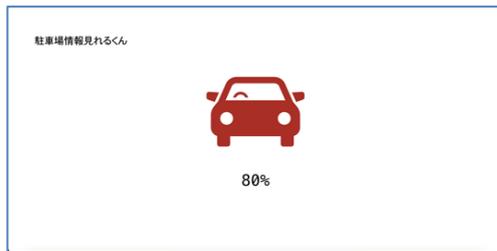


図1 駐車率が80%以上時の表示例

### 3. 検証

#### 3.1 モデルの構築

本研究では物体検出のための手法として、YOLOv5を用いてモデルを作成した。学習データには、Google画像検索から駐車場の画像を700枚程度取得し使用した。そのうち、学習用データを570枚、分類器のパフォーマンス測定のための検証用データとして、142枚ほどに分けた。図2に学習に使用したデータセット内の画像例を示す。また、事前トレーニング済みモデルとしてYOLOv5を使用した。



図2 学習に使用したデータセット内画像の例

#### 3.2 精度比較・検証

先行研究<sup>(7)</sup>との精度比較を行った。大学構内の建物3階から駐車場画像を取得し、実際に構築したモデルで推論を行い出力結果の比較を行った。

モデル構築の際に行ったこととして、認識精度向上のためのデータの追加・修正、学習のノイズになりそうなデータの除外などを行った。また、改善前は範囲内に入った別の駐車場も認識結果に含まれていたため、範囲外の駐車場は推論時にマスク処理をかけて認識から除外する変更を行った。図3に今回改善を加えたモデルの結果を示す。

検出した物体は矩形枠で囲み、左上に物体のラベル名と検出率を表示している。例として、推論結果が0.8なら80%の信頼度でcarだと認識されている。



図3 修正後のモデルでの識別結果

#### 3.3 認識結果の考察

カメラからの距離が離れるにつれて認識結果が大幅に低下しているといった点や複数台の車両が横向きで重なって映った場合の認識精度が20%以下または認識されないといった課題があった。また、遠くにいる人間をcarと誤認識するケースも見られた。

モデル改善により、複数台の車両が横向きで重なって映った場合の精度が向上した。以前は、複数台の車両が重なった場合の推論結果が0.1以下または車両として認識されなかったが、モデル改善後は0.6から0.8程度で認識している物体が多く、前回と比較すると検出数・認識精度ともに向上した。

### 4. まとめ

本研究ではカメラから得られた画像データから画像認識を用いた結果をWeb上に表示することで駐車率を可視化するシステムを構築した。これによって、駐車場の管理コストの削減や効率化を目指した。提案手法において横方向に重なった車両に対する精度の向上、カメラから離れた距離にある車両の認識精度の向上、並びに遠くの人間を誤認識するケースの改善が見られた。今後の改善点としては、更なる認識精度の向上を目指したいと考えている。複数台の車両が重なって写った場合の精度は以前より向上しているものの、推論結果が低かった車両だと0.2程度で認識された物体もありまだ改善の余地がある。そのため、更なる学習データの追加や学習時のパラメータの修正等が考えられる。また、実際にカメラを設置してテスト運用ができれば良いと考える。

#### 謝辞

本研究はJSPS科研費JP19K00879の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- (1) 国土交通省：平成27年度全国道路・街路交通情勢調査 一般交通量調査結果  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/road01\\_hh\\_000848.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000848.html)
- (2) 日本ショッピングセンター協会：“SC JAPAN TODAY”，2021年1・2月合併号（2021）
- (3) 三木守，姜有宣：“深層学習に基づいた屋外大型駐車場の空きスペースの検出”，東京工芸大学工学部紀要，vol.43，no.1，pp.21-24（2020）
- (4) 松田明大，松井智一，松田裕貴，諏訪博彦，安本慶一：“ドライブレコーダ動画を用いた路上駐停車判定手法の提案”，マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOMO 2020）シンポジウム論文集，pp.1102-1110（2020）
- (5) 桑原麻理恵，藤井雅和，三宅優実，崎戸梨恵，砂子雅人，神尾崇：“ディープラーニングを活用した駐車場満空監視システム”パナソニック技報（Panasonic Technical Journal），vol.65，pp.15-20（2019）
- (6) YOLO v5 Documentation：<https://docs.ultralytics.com/>
- (7) 知念航太，小渡悟：“画像認識を用いた駐車場管理システムの提案”，2022年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集，D-37（2022）