

出入口監視に基づく車両カウントを用いた駐車場管理システムの試作

Prototype of a Parking Management System Using Vehicle Counting Based on Entrance and Exit Monitoring

具志 昭秀, 小渡 悟

Akihide GUSHI, Satoru ODO

沖縄国際大学産業情報学部

Department of Industry and Information Science, Okinawa International University

Email: 22DB053@okiu.ac.jp

あらまし：近年、大学や商業施設の駐車場において、混雑や案内ミスの低減を目的とした効率的な駐車場管理が求められている。従来のセンサー方式は高い導入・保守コストを要するという課題がある。本研究では、駐車場の出入口に設置したカメラ映像を用いて車両の入出庫を検知し、車両カウントにより現在の駐車台数を推定する駐車場管理システムを試作した。物体検出には軽量な YOLO モデルを用い、出入口に設定した仮想ラインの通過判定によって台数を加減算する方式を採用した。また、算出結果を Web アプリケーション上にリアルタイム表示し、利用者および管理者が混雑状況を把握できる構成とした。検証実験では、夜間を含む実環境を想定した映像に対して約 93%の正解率を確認し、出入口監視に基づく車両カウント方式の実用性を示した。

キーワード：駐車場管理, 車両カウント, 出入口監視, 画像処理, YOLO

1. はじめに

近年、大学や商業施設における駐車場では、混雑の発生や利用者への案内ミスが課題となっている。これらの問題は、利用者の利便性低下に加え、駐車場周辺の渋滞や運営効率の低下を招く要因となる。従来の駐車場管理では、警備員による人的管理や、ループコイル、超音波センサーなどの専用機器を用いた方式が広く用いられてきた。しかし、これらの方式は設置工事や保守にかかるコストが大きく、小規模施設や教育機関においては導入が難しい場合も多い。近年、監視カメラの普及やコンピュータビジョン技術の進展により、カメラ映像を用いた駐車場管理が注目されている。特に、物体検出アルゴリズムである YOLO を用いた車両検出は、リアルタイム性と精度を両立できる手法として、交通量計測や駐車場管理への応用が報告されている⁽¹⁾。また、画像認識を用いて駐車場内の車両を検出し、管理を行うシステムが提案されている⁽²⁾。画像処理を用いる方式は、専用センサーを必要とせず、既存設備を活用できる点で導入コストを抑えられるという利点を有する。一方で、駐車場全体を俯瞰するカメラ配置では、解像度不足や車両の重なりによる検出精度低下が課題となる場合がある。

本研究では、駐車場の出入口に設置したカメラ映像を用いて車両の入出庫を検知し、車両カウントにより現在の駐車台数を推定する駐車場管理システムを試作する。駐車場全体を撮影する方式とは異なり、出入口に限定した監視を行うことで、カメラと車両の距離を近く保ち、解像度不足や車両の重なりによる影響を抑制することを狙いとする。物体検出には軽量な YOLO モデルを用い、エッジ環境においてもリアルタイムに動作可能な構成とした。さらに、算出

した駐車台数を Web アプリケーション上で可視化し、利用者および管理者が混雑状況を直感的に把握できるインターフェースを構築する。提案システムの構成および判定手法を述べ、実環境における検証を通じて提案方式の有効性を明らかにする。

2. 提案システム

2.1 システム概要

本研究で試作した駐車場管理システムは、駐車場の出入口に設置した2台のカメラ、画像解析プログラム、および Web アプリケーションから構成される。各カメラで取得した映像に対して車両検出を行い、出入口を通過する車両をカウントすることで、現在の駐車台数を算出する。算出結果は Web アプリケーションに送信され、利用者および管理者に対してリアルタイムに表示される。提案システムは、専用センサーを用いず、汎用的なカメラとソフトウェアのみで構成されている点に特徴がある。

2.2 車両カウントの判定方法

車両カウントは、出入口カメラの映像に対して物体検出を行い、車両があらかじめ設定した仮想ラインを通過したかどうかによって判定する。物体検出には軽量な YOLO モデルを用い、検出対象を車両クラスに限定することで不要な誤検出を抑制する。各フレームにおいて検出された車両の中心座標を用い、連続フレーム間での移動方向を判定することで、入庫および出庫を識別する。これにより、同一車両の二重カウントを防止しながら、出入口を通過した車両のみを正確にカウントする方式とした。図1に入口映像における車両検出および仮想ラインを用いた判定の例を示す。

2.3 Web 表示と運用方法

算出した駐車台数は、Web アプリケーションを通じてリアルタイムに表示する。画像解析プログラムが出力した台数情報を共有ファイルに記録し、Web 側ではこれを定期的に読み込むことで、データベースを用いずに軽量の構成を実現している。利用者向け画面では、現在の駐車台数や混雑状況を視覚的に表示し、管理者向け画面では、履歴データをもとに時間帯ごとの利用傾向を可能とする。また、複数のプログラムを一括で起動する仕組みの導入により、専門的な操作を介さず、教育機関などでも容易に運用できる構成をとる。利用者向け Web 画面における駐車台数のリアルタイム表示例を図 2 に示す。また、管理者向け Web 画面では、駐車台数の履歴をもとに時間帯ごとの利用傾向の表示例を図 3 に示す。

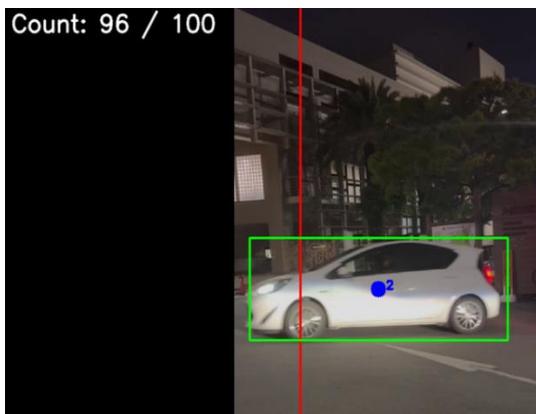


図 1 出入口映像における車両検出および仮想ライン判定の例



図 2 利用者向け Web 画面における駐車台数のリアルタイム表示例



図 3 管理者向け Web 画面における駐車台数推移の可視化例

3. 検証

提案システムの有効性を確認するため、実環境を想定した映像を用いて車両カウントの検証実験を行った。検証では、駐車場の出入口を通過する車両を撮影した動画に対して提案システムを適用し、実際の通過台数と提案システムによるカウント結果を比較した。特に、実運用を想定し、夕方から夜間にかけての照度が低下する時間帯を含む条件で評価を行った。検証に用いた映像は、駐車場の出入口を模した実環境において撮影したものであり、入口および出口それぞれについて複数時間の動画データを取得した。これらの映像に対して提案システムを適用し、車両が出入口を通過した回数を手動で計測した結果と、提案システムによるカウント結果を比較した。検証対象には、乗用車を中心とした複数の車両を含めるとともに、人や自転車などの非対象物が映り込む状況も含めた。評価は、正しく入出庫が判定された割合を正解率として算出した。

検証の結果、合計 107 回の車両通過に対して、100 回を正しくカウントすることができ、正解率は約 93.5%であった。単独で走行する車両については、昼夜を問わず安定した検出およびカウントが可能であることを確認した。一方で、車両同士が接近または重なった場合や、夜間における照度不足の条件下では、一部でカウント誤りが発生した。これらの結果から、実環境を想定した条件下においても、提案システムが実用的な精度を有することが示された。

4. まとめ

本研究では、駐車場の出入口を監視するカメラ映像を用いて車両の入出庫を検知し、車両カウントにより現在の駐車台数を推定する駐車場管理システムを試作した。出入口に限定した監視方式を採用することで、解像度不足や車両の重なりによる影響を抑制し、汎用的なカメラと軽量の物体検出モデルを用いた実用的な構成を実現した。

検証実験では、実環境を想定した条件下において約 93.5%の正解率を確認し、提案方式が教育機関や小規模施設における駐車場管理手法として有効であることを示した。今後の課題として、車両同士の接近や照度不足に起因するカウント誤りの低減が挙げられる。これらに対しては、カメラ設置条件の改善や判定ロジックの高度化を行うことで、さらなる精度向上が期待される。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25K04261, 25K04260 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Redmon, J., et al. : "You Only Look Once : Unified, Real-Time Object Detection", Proc. CVPR, pp. 779-788 (2016)
- (2) 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 物体検出モデルの構築", 教育システム情報学会 2022 年度学生研究発表会, pp.267-268 (2023)