

占有率を考慮した駐車場管理システムの有効性に関する検討

大澤 孝直[†] 井手口 哲夫[†] 奥田 隆史[†] 田 学軍[†]愛知県立大学 情報科学研究科[†]

1. はじめに

近年、ITSの研究・開発だけでなく、標準化や実用化が急速に進んでいる。その一例として、2011年に全国で開始されたITSスポットサービス、同じく2011年に東京都及び神奈川県の一部において運用が開始されたDSSS等が挙げられる。このように、ITSスポットサービスやDSSSに代表されるITSの普及が進むにつれ、一般道路や高速道路の高度化がなされている。その一方で、道路との結節点である駐車場は、交通社会において重要な場所であるにもかかわらず、駐車場内の混雑をはじめとする様々な課題が生じている。駐車場内の混雑は、駐車場の空きスペースを探索するための時間の浪費、時間の浪費によるドライバーのストレス、低速走行による燃費の悪化、PM、NO_x、CO₂の排出など、結果として、環境問題や経済活動の阻害につながる問題となる。

そこで本稿では、駐車場内における混雑の解消や駐車場に入ってから駐車するまでの時間の短縮を目的とする占有率を考慮した駐車場管理システムの提案を行い、マルチエージェントシミュレータにより有効性を検討する。

2. 関連研究

駐車場に関する研究として、Tang[1]らが駐車場内に無線センサネットワークを設置し、リアルタイムに駐車スペースの情報を取得することで、個々のドライバーに空車スペースの情報を提供するシステムを提案している。低コストのセンサを用いることで駐車場全体のコストを低減できるというメリットがある。

Lu[2]らは複数台の路車機を用いて駐車場を監視し、入庫車両毎に空車スペースの情報を与え、ナビゲーションするシステムを提案している。しかし、これらのシステムは駐車場が空いているにもかかわらず常に指定された場所に止める必要があることやドライバーの満足度を考慮していない。そこで、本稿では占有率を考慮した駐車場管理システムを提案する。

3. 提案システムの概要

占有率を考慮した駐車場管理システムでは主に4つの機能を提供する。

- 駐車場関連情報の提供
- 駐車場の占有率の考慮
- ドライバの満足度の考慮
- 利己的な駐車回避

駐車場関連情報の提供では、カーナビゲーションシステムやDSRC車載機器を利用して、空きスペースまでのナビゲーションや満空情報の提供を行う。

駐車場の占有率の考慮では、駐車場の占有率をもとに空きスペースまでのナビゲーションシステム機能のON、OFFを切り替える。詳しくは3.2のナビゲーションシステムの切り替えにおいて説明をする。ドライバーの満足度の考慮では、可能な限りエントランスに近いところから空きスペースを提供する。最後の利己的な駐車回避は、駐車場のルールとして違法駐車料金を設定する。仮にナビゲーションに従わず、利己的な行動をした車両は、出庫の際、駐車場料金に加え、利己的な駐車による違法駐車料金を加算する。

3.1. 入庫から出庫までの流れ

■ 入庫に関して

1. 入庫車両（以下、車両）は入口ゲートに入庫希望メッセージを送信
2. 入口ゲートは車両から入庫希望メッセージを受信すると駐車場管理サーバの管理DBから空いている駐車スペース（指定駐車場所）を受信
3. 入口ゲートは車両に指定駐車場所を送信
4. 車両に指定駐車場所の送信確認ができれば、駐車場管理サーバは駐車場管理DBの内容を更新
5. 車両はカーナビゲーションシステムを用いてナビゲーションを受け、指定駐車場所に駐車

■ 出庫に関して

1. 車両はAPを介して、出庫希望メッセージを管理サーバに送信
2. 車両が駐車スペースから出たことを確認（車両検知センサまたはGPSを利用）し、管理DBの情報を更新（出庫時刻など）
3. 車両が出口ゲートに到着すると、管理DBの料金テーブルから料金を算出し、ETCによって決済
4. 出庫と同時に駐車場管理DBのデータを更新

3.2. ナビゲーションシステムの切り替え

通常、ドライバーは空車状態の駐車場において指定された駐車スペースに止めるという制約を受けることはどのドライバーも望ましく思わない。そこで、空車時は通常のETC機能を有する駐車場として動作させる。一方、ドライバーは満車状態の駐車場において空きスペースを探索することにストレスを感じやすい。そこで、満車時は駐車場の空きスペース情報を提供する代わりに、指定した駐車スペースに駐車してもらう。

ここで、空車状態から満車状態、すなわち、ナビゲーションシステムのOFFからONの切り替えポイントを閾値 T_{ON} として、ONからOFFの切り替えポイントを閾値 T_{OFF} として設定する。

3.3. 空きスペースの提供方法

駐車場の空きスペースの提供方法として、大まかに分類すると以下の2ケースが考えられる。

- ① ランダムに空いている駐車スペースを提供

A Study on Effectiveness of Parking Lot Management Systems Considered Occupancy Rate in Parking Lot.

Takanao Osawa[†], Tetsuo Ideguchi[†], Takashi Okuda and Xuejun Tian[†]

[†] Graduate School of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University

② エントランスに近いところから提供

本稿では、ドライバの満足度を考慮してエントランスに近いところから提供していくものとする。

3.4 駐車場管理 DB が保持する情報

駐車場管理 DB は次の 3 つのテーブルを持つ。

- 車両情報テーブル
- 駐車スペース情報テーブル
- 統計情報テーブル

車両情報テーブルは車両 ID, 指定駐車場所, 入庫時刻等を保持する車両に関する情報テーブルである。駐車スペース情報テーブルは、駐車場所, 予約(Reservation), 占有(Occupancy), エントランスまでの距離等を保持する駐車スペースに関する情報テーブルである。統計情報テーブルは、車両 ID, 累計駐車場利用回数, 累計駐車料金等を保持し、駐車場を提供する施設の経営・戦略に活用できるようにする。

4. 評価方法

本システムの評価方法として、移動体モデルの作成, ドライバモデルの利用, 情報閲覧機能を有するマルチエージェントシミュレータを用いる。評価項目としては、占有率に対する平均探索時間をシミュレーションする。ここで、占有率は駐車場内の車両占有率であり、次のように定義する。

$$R_{occ} = \frac{N_p}{C}$$

N_p は車両が駐車しているスペース数であり、 C は駐車場容量とする。また、平均探索時間(AST: Average Search Time)は車両が駐車場内に入ってから駐車するまでの時間とする。

5. シミュレーション条件

シミュレーション条件として、駐車場は混雑が発生する時間帯を想定し、位置情報は正確に把握できるものとする。駐車スペースに入れる時間は考慮せず、各車両にはカーナビや DSRC 車載機器が搭載され、駐車場から駐車案内を表示する機能が備わっているものとする。また、これらの機器のセキュリティや通信品質は確保されているものとする。その他のシミュレーション条件を表 1 に示す。なお、シミュレーションは 5 回実行し、それぞれの平均を算出する。

表 1: シミュレーション条件

駐車場容量	240 台
平均車両到着率	3,6 vehicle/minutes
制限速度	10 km/h
ドライバモデル	OVM[3]
1STEP	100ms
出入りロゲート数	1 個
ドライバの視野	半径 10m

6. シミュレーション結果

図 1 では占有率に対する駐車場の走行車両数、すなわち駐車場内において駐車スペースを探索している車両数を示している。占有率が高い状態(特に、90%の部分)において、システムを利用しない場合は、駐車場を走行している車両数が多いことがわかる。一方で、システムを利用する場合は駐車場を走行している車両数が低減し

ていることがわかる。

図 2 は占有率に対する平均探索時間 AST を示している。システムを利用しない場合は、占有率が高くなるにつれて急激に AST が上昇しているが、システムを利用する場合は、AST がほぼ横ばいになっていることがわかる。

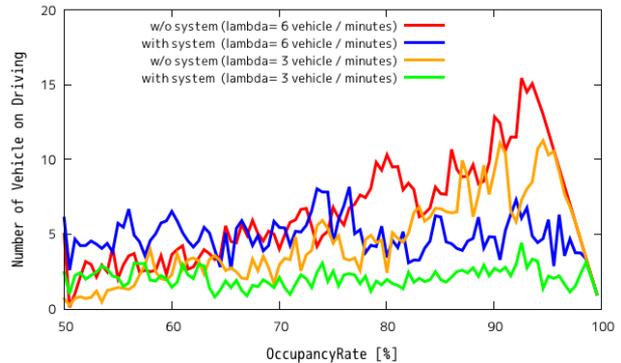


図 1: 占有率に対する駐車場の走行車両数

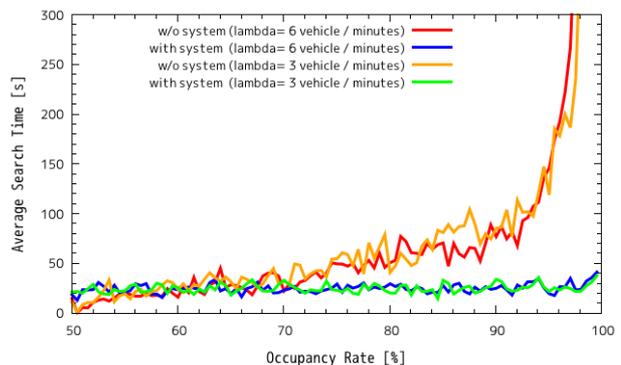


図 2: 占有率に対する平均探索時間

7. まとめと今後の課題

占有率を考慮した駐車場管理システムについてシミュレーションを実行し、システムを利用することで駐車場内の走行車両数の減少や AST の削減効果が見受けられた。今後の課題としては、より複雑な駐車場におけるシミュレーション、カーナビや DSRC 車載機器を持たない車両の検討・ドライバの満足度の詳細な検討などが挙げられる。

謝辞

本研究の一部は、平成 24 年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(24500087, 24500088) の支援を受けて行った。

参考文献

[1] Tang V, Zheng Y and Cao J (2006), "An intelligent car park management system based on wireless sensor networks", In Pervasive Computing and Applications, 2006 1st International Symposium on. , pp. 65-70.
 [2] Lu R, Lin X, Zhu H and Shen X (2010), "An Intelligent Secure and Privacy-Preserving Parking Scheme Through Vehicular Communications", Vehicular Technology, IEEE Transactions on. Vol. 59(6), pp. 2772-2785. IEEE.
 [3] Bando, M., Hasebe, K., Nakayama, A., Shibata, A., Sugiyama, Y., et al.: Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation., *Physical review. E, Statistical physics, plasmas, uids, and related interdisciplinary topics*, Vol. 51, No. 2, p. 1035 (1995).