

路上駐車観測システムの開発とその検証*

Development and Verification of the On-street Parking Observation System *

福留直樹**・福田敦***・武田晋一****

By Naoki FUKUDOME **・Atsushi FUKUDA***・Shinichi TAKEDA ****

1. はじめに

路上駐車は都市部における交通渋滞の大きな要因であるが、この実態を効率的に調査する方法は現在までのところ確立されていない。

これに対し近年、各種のセンサーや画像処理技術を活用して、沿道施設をデジタル地図に記録するモバイルマッピングシステムが開発され、路上駐車観測への応用も検討されるようになってきている。これらの代表的方法には、レーザーレンジセンサーやラインスキャンカメラを用いる方法¹⁾やパノラマ画像を用いる方法²⁾があり、路上駐車車両以外の情報も得ることができるなど調査方法としては利点が多い。しかしながら、¹⁾に関しては、実際の調査には特別な計測装置を搭載した調査車両が必要で、高価であり、また調査は低速でないと行うことができない点や、²⁾に関しては、人手による計数作業や検出精度の面で、課題が残っており、未だ実用的とはいえない。

そこで本研究では、一般車両に簡単に搭載することができ、簡便かつ効率的に路上駐車を計測することのできる安価な路上駐車観測システムを開発した。

そして、本システムを搭載したプローブカーを用いて、まずは計測精度の確認を行い、次に靖国通りを対象とした路上駐車調査を行うことで、駐車車両発生の実態分析を行った³⁾。

2. 路上駐車観測システムの開発

特殊車両を使うモバイルマッピングシステムに代わり、一般車両をプローブカーとして使って、路上駐車を計測するシステムを開発した。開発する上で必要なことは、安価で汎用性の高いセンサーを選定すること、解析の処理速度を向上させることの2点である。これらに対して本研究では、以下のように対応することとした。

まず に関しては、コストが十分安価である赤外線センサー、超音波センサー、車速センサーを組み合わせることで対応する。それぞれのセンサーの役割は以下とおりである。

- a) 赤外線センサー：距離設定形光電スイッチとも呼ばれ、事前に検知範囲を設定し、その距離内に物体が存在している時に出力を行う。今回使用したものは検知範囲が0.5 m~2.0 mであり、光波のため駐車車両の間隔が数センチであっても、的確に認識する精度を有している。従って、車両の前後の端を感知することによる車両長の特定のために用いた。
- b) 超音波センサー：検知範囲は0.3 m~3.0 mのものを用いた。超音波センサーは、赤外線のような光波とは異なり音波のため、車両を幅広く捉えてしまう。従って、超音波センサーは、駐車車両の有無を検知するための補助的手段として、赤外線センサーと併用して用いることとした。
- c) 車速センサー：調査車両の走行距離や、赤外線センサー・超音波センサーのデータと組み合わせ、駐車車両の位置を測定するために用いた。今回は、タイヤ1回転で1パルス発生するように設定し、設置場所は調査車両の後輪付近とした。

*キーワード：駐車需要

**学生員、学(工)、日本大学大学院理工学研究科社会交通工学専攻
(〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 TEL&FAX:047-469-5355)

***正員、工博、日本大学理工学部社会交通工学科
(〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 TEL&FAX:047-469-5355)

****正員、工修、拓殖大学国際開発学部開発協力学科
(〒193-0985 東京都八王子市子館町815-1 TEL:0426-65-1442)

ここで、各種センサーを搭載した調査車両の概観を図 - 1 に示す。さらに赤外線センサーと超音波センサーの検出の状況と車両検知のアルゴリズムを、それぞれ図 - 2、図 - 3 に示す。

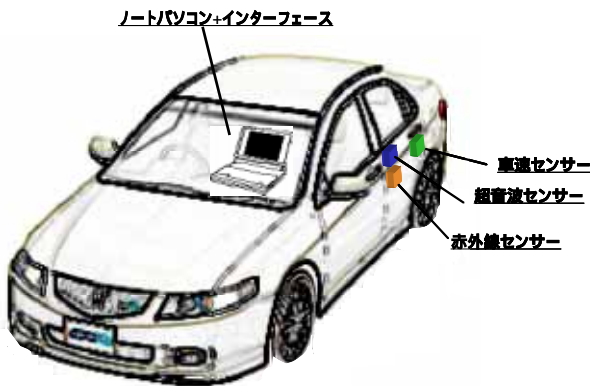
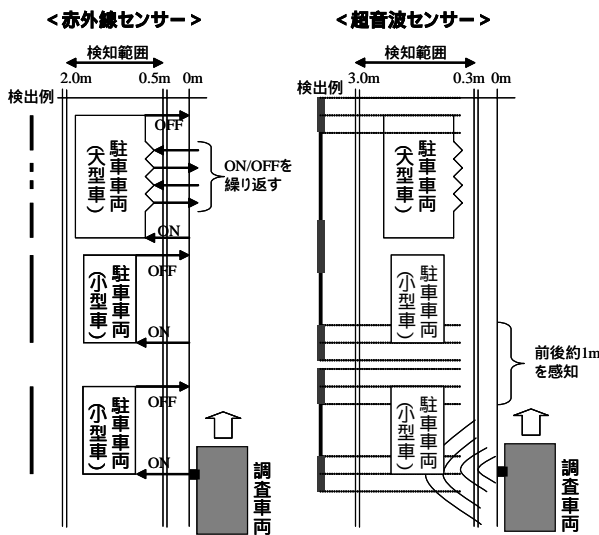


図 - 1 調査車両



検知範囲は範囲内で任意に設定可能

図 - 2 赤外線・超音波センサーの検出状況

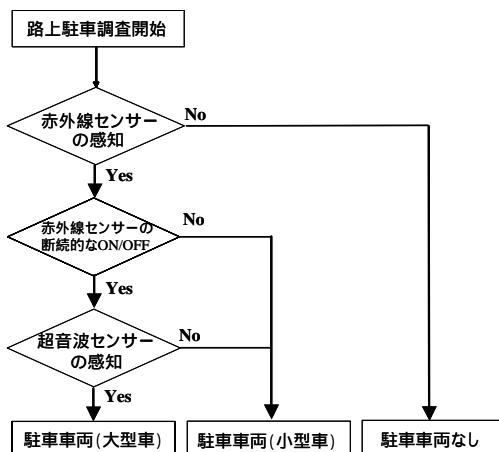


図 - 3 赤外線・超音波センサーの車両検知のアルゴリズム

次に、の解析の処理速度向上については、まず、装置の稼動のために、パソコン上で動作させるデータ収集ソフトと、取得したデータの解析に使用する解析ソフトを、Visual Basic 言語で作成した。各種センサーの感知から解析までのデータの流れは図 - 4 に示すとおりである。

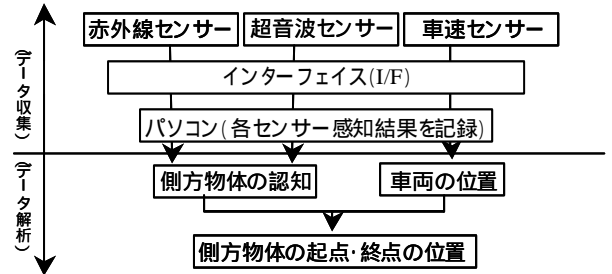


図 - 4 データの流れ

データ収集に関しては、各種センサーから出力された信号を I/F を通して 0.01 秒単位で入力し、記録されるプログラムを作成した。記録されるイベントは、主として赤外線センサーの感知回数・超音波センサーの感知回数・車速センサーによるパルス発生回数であり、これらをテキスト形式で保存できるようにした。

データ解析に関しては、調査路線の起点・終点をイベントから特定し、車速センサーによるパルス発生回数との関係から、調査車両の速度を 0.01 秒単位で計算する。それにより、0.01 秒ごとの車両位置の算出が可能となる。さらに、赤外線センサーや超音波センサーが感知した駐車車両の前後の端を特定することにより、その感知した時刻における路上駐車的位置の特定を行った。

3 . 路上駐車観測システムの精度

開発した路上駐車観測システムのセンサーの動作確認と、プログラムの精度の確認を八王子市内のめじろ台駅近くで行った。この調査では、歩道にメジャーを置き、駐車車両の横を調査車両で走行し、メジャーの値(実測値)とシステムによって計測された推定値とを比較する方法で行った。その結果の一例を、図 - 5 に示す。

この調査では、調査車両は最大で30km/hまでしか出すことができず、等速であったが、実測値と推定

値とのずれは最大で20cm程度であった。従って、駐車車両の計測には十分な精度を有しているといえる。次に、直線走行ではなく、ステアリングを左右に50cm程度振りながらの蛇行走行も試みたが、車両の特定には問題のないことを確認した。

調査車両	調査開始点からの位置					
	実測値(メジャーにて実測)			センサーによる位置の推定結果		
車種分類(車両長)	車両後端の位置(m)	車両先端の位置(m)	メジャーによる車両長(m)	車両後端の位置(m)	車両先端の位置(m)	車両長推計値
歩道 駐車車両 A A:小型車(3.295)	7.3	10.5	3.20	7.71	10.95	3.24
(車両間隔)		1.70		1.75		
道 駐車車両 B B:小型車(4.530)	12.2	16.8	4.60	12.7	17.18	4.48
(車両間隔)		1.20		1.34		
駐車車両 C C:大型車(不明)	18.0	---	---	18.52	24.82	6.30

調査車両の区間平均時速 24.80km/h (ほぼ等速)

図 - 5 車両の判定精度(一例)

A_i :小型車台数(台)
 B_i :大型車台数(台)
 P :小型車1台あたり駐車スペース長(6.75m)
 T :大型車1台あたり駐車スペース長(10.00m)
 N :調査回数(回)

とした。

駐車占有指数は、一般的に用いられる平均駐車指数と同様の内容であるが、本研究では大型車と小型車を分けて換算しているため、別の指標として定義した。

4. 路上駐車発生状況の把握

開発した路上駐車観測システムが、十分な精度を有しているのを確認できたので、本システムを靖国通りを対象に適用し、路上駐車発生状況の把握を行った。調査は、平成15年12月13日(金)の9:00~17:00に、浅草橋交差点 市ヶ谷交差点(図-6)までの約4.5km区間を、計12回走行して行った。この調査では、調査路線が長いので、観測結果を5つの地区(馬喰町・岩本町・神保町・九段・市ヶ谷)に分け、それぞれ集計・分析を行った。



図 - 6 調査区間

分析では、各調査区間に路上駐車がどのくらい占有しているかを表すために、式(1)に定義する駐車占有指数を用いた。

$$E = \left\{ \frac{\sum_N (A_i \times P + B_i \times T)}{L_i} \right\} / N \quad \dots (1)$$

ここで、

E :駐車占有指数

L_i :各交差点区間長(m)



図 - 7 馬喰町地区の駐車占有指数

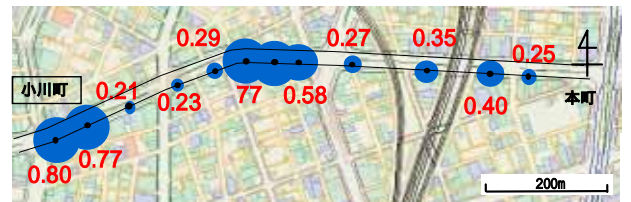


図 - 8 岩本町地区の駐車占有指数

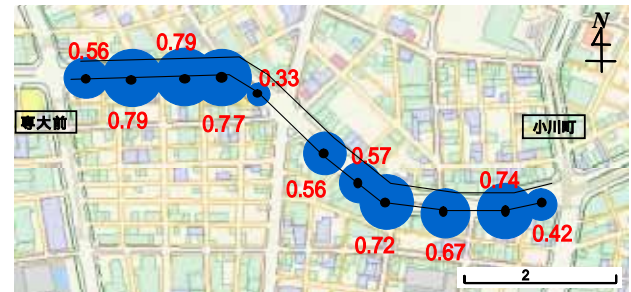


図 - 9 神保町地区の駐車占有指数

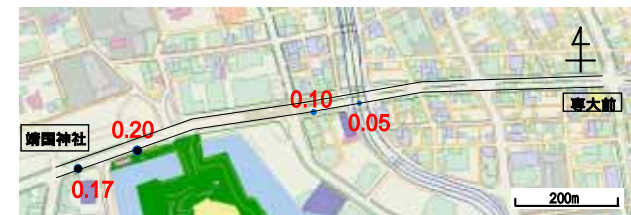


図 - 10 九段地区の駐車占有指数

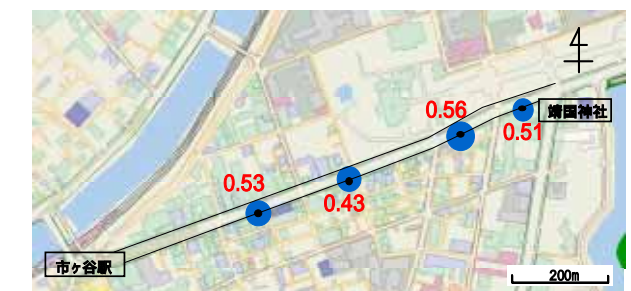


図 - 11 市ヶ谷地区の駐車占有指数

地区別の駐車占有指数を図 - 7 ~ 図 - 11 に示し、各区間での駐車占有指数を表 - 1 に示す。その結果、店舗が多く集中する神保町地区では、最も高い値の0.75となり、一方九段地区では0.02となり最も低い値となった。

表 - 1 地区別の駐車占有指

馬喰町	岩本町	神保町	九段	市ヶ谷
0.38	0.42	0.75	0.02	0.68

さらに、この駐車占有指数を用いて、沿道付帯施設の有無（路側帯・ガードレール・低樹木）が路上駐車の発生にどの程度影響しているかの分析も行った。その結果は表 - 2 に示す通りであり、駐車スペースと関係性の高い路側帯では、有と無とで大きな変化が見られた。しかし、駐車スペースとは直接関係のないガードレールや低樹木については、ほとんど差が見られなかった。

表 - 2 沿道付帯施設と駐車占有指数との関係

		全長(m)	駐車占有指数
路側帯	有	570	0.78
	無	3931	0.45
ガードレール	有	1999	0.38
	無	2502	0.39
低樹木	有	1204	0.42
	無	2399	0.39

5 . 結論と課題

本研究では、これまで簡便かつ効率的に広範囲の調査路線を調査する方法が確立されてこなかった点に着目し、実際の道路上で本システムの計測精度の検証を行い、問題のないことを確認した。さらに靖国通りにおいて本システムを適用し、データを収集し、路上駐車の実態分析を行った。

ここで、本システムの特徴をまとめると、以下のとおりである。

- a) 本システムから得られるプローブデータ（観測した時刻における駐車車両の位置）の精度に関しては、実測値と推定値の差が最大でも20cm程度であり、実用上十分な精度を有している。
- b) ドライバー1名での調査が可能で、単に調査路線を周回するだけで、観測時の駐車車両の位置を計測することが可能である。さらに、モービ

ルマッピングシステムを利用した調査方法と比較して、広範囲の調査路線を簡便かつ効率的に調査を行うことが可能である。

- c) 本システムは、一般交通流を阻害することなく、それに合わせた速度でも的確に駐車車両を計測することが可能であるため、安全性の面でも十分実用的であるといえる。

しかし、調査車両が低速の場合(歩行速度程度)では、側面に凹凸のある特殊大型車の横を通過する際、赤外線センサーがその凹凸を敏感に感知し、車両として認識できないケースがあり、今後改良する必要がある。

また、今後は調査回数を増やし、より多くのサンプル数を得ることによって、路上駐車の発生要因の特定を具体的に行っていく必要がある。

なお本研究は、国土技術研究センターの研究助成金によって実施した。

参考文献

- 1) Kiyotaka HIRAHARA , Katsushi IKEUCHI ; “Detection of Street-Parking Vehicles Using Line Scan Camera and Scanning Laser Range Sensor” , 2003 Intelligent Vehicle Symposium , pp.656-661 , 2003
- 2) 佐久間聡 , 高橋裕子 , 塩昭夫 , 大塚作一 ; “パノラマ画像を用いた路肩停車車両計測システム” , 電子情報通信学会論文誌 , Vol.J85 - D - , No.8 , pp.1361-1364 , 2002
- 3) 武田晋一 , 福田敦 , 福留直樹 ; “赤外線センサーを使った路上駐車観測システムの開発とその適用” , 交通工学 Vol.39 No.4 , 2004・3 (印刷中)