

駐車場空き区画監視システムの設計

田村研究室 戸部 大樹

1. はじめに

ショッピングセンターなど不特定多数の車両が来る駐車場では、一部区画に車両が集中しやすく、車両の移動が円滑に行われない場合がある。このような事態を防ぐためには効率良く空き区画へ車両を誘導できればよく、そのためには駐車区画一つずつ個別に車両の存否を把握する技術が必要である。駐車区画における車両の存否は、超音波センサなどを設置する方法があるが、この方法だと全ての駐車区画にセンサを設置しなければならないため、費用の問題がある。もう一つの方法として高所にカメラを設置する方法がある。屋外駐車場では少数のカメラで広域をカバーできるメリットがある。

本研究は、駐車場の誘導員が駐車区画の空き状況を知り、円滑に誘導するために、駐車区画の空き状況を逐次把握できるようにする事である。このための関連研究として論文[2]が挙げられる。これは移動する車両の検出・追跡を行い、駐車場内の車両数を計測するというものであるが、これでは個々の駐車区画の空きを知ることができない。本研究では駐車場から車両の有無を判定したいため、論文[1]で提案されている方法を使用する。しかし、論文[1]では実験対象の駐車場が1ヶ所ではしか評価されていないため、論文[1]のアルゴリズムが実用的であるかどうかを確かめる必要がある。

本研究の目的は、他の駐車場でも論文[1]のアルゴリズムが実用的であるかを確かめるため、プログラムを再現しその性能を確かめる事である。

2. 車両の有無の判定方法

論文[1]では「駐車区画1台分の画像が比較的小さな面積をもつ多数の領域に分割されたかどうかを表す値を評価値として出し、この評価値を用いて車の有無を判定する」という方法である。この評価値は(1)式によって求める。

$$g = \sum_{k=1}^n k S_k / \sum_{k=1}^n S_k \quad (1)$$

分割領域の総数を n 、各分割領域を大きい順に並べる。評価値 g は、分割領域の総数 n を固定したとき、評価値 g は分割領域の各面積が均等であるほど大きな値をとる。

3. 対象画像

本研究ではが図1の6階建てマンションに隣接する駐車場を中心に数ヶ所の駐車場で行った。図1の駐車場は3つのブロックに分かれており、

1区画ごとの区切が鉄枠で仕切られている。合計で20台の車両が収容可能である。今回はその中の一区画である5台分の駐車区画を対象とし、実験を行った。対象画像の撮影は駐車区画を見下ろす形で撮影できるマンションの6階部分、午前10時、晴れ、高さ約30m、撮影角度約45度で駐車区画5区画分を31枚撮影した。また、駐車区画は左側から区画1、区画2...としている。本実験ではこの図1のような画像を用いる。



図1. 駐車場A

また、図1の駐車場以外にも下に示した図2～図4の駐車場でも実験を行った。図2は5階建てアパートに隣接する駐車場で、アパートの4階と5階の間、午前10時、晴れ、高さ約20m、撮影角度は約45度、駐車区画4区画分を2枚撮影した。図1と違い、1区画ごとの区切りは白線で仕切られている。図3は2階建てアパートに隣接する駐車場で、アパートの2階部分、午後16時、曇り、高さ約5m、撮影角度は約60度、駐車区画5区画分を2枚撮影した。図1と比べると撮影角度と高さ、天候などが異なっている。図4は図1の駐車区画の上部分に当たるので撮影条件などは図1と同様の条件で3枚撮影した。



図2. 駐車場B



図3. 駐車場C



図 4. 駐車場 D

4. 実験方法

単純化のため、駐車区画を図 1 の判定枠の長方形と近似して、それぞれを判定枠で判定し、実験を行った。

表 1. 図 1 のデータ

図 1	目視	評価値
区画 1	止	2.12000
区画 2	空	0.69985
区画 3	止	1.09007
区画 4	止	1.41916
区画 5	止	1.24471

図 1 の画像で車両が存在する例と存在しない例を図 5、図 6 に示す。

図 5 は車両が存在する箇所に複数の色が存在し、比較的小さな面積をもつ多数の領域に分割されていると言えるが、図 6 のほうは車両が存在せず、ほぼ単色となる。

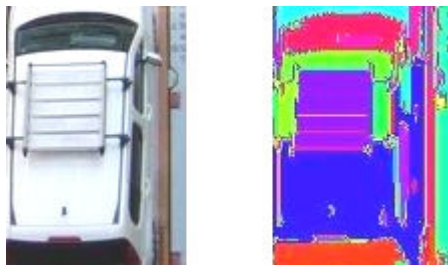


図 5. 車両が存在する場合

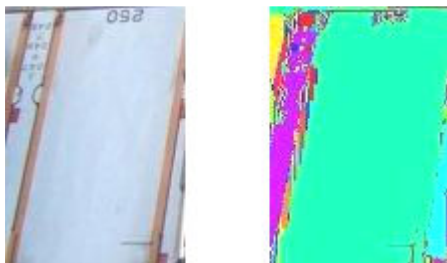


図 6. 車両が存在しない場合

また、実験の際は判定の閾値を 0.7 に定めた。駐車場 A の 32 枚、合計 155 区画を調べた結果、区画内に車両がある場合の評価値の最低値と、区画内に車両がない場合の評価値の最高値の両者のほぼ中間値が 0.7 である。0.7 以上なら車両が止まっている、0.7 未満なら車が止まっていない

と判定するようにしている。

5. 実験結果

実験は 2 で説明した合計 194 区画に対して行った。結果は表 2 のようになり、全体の正答率は 96.91% となった。表 2 の誤答 1 は区画が空いているが、評価値では車両が止まっていると出てしまったもの、誤答 2 は車両が止まっているが評価値では区画が空いているとでてしまったものである。

誤答 1 は判定枠を長方形にした事によって、植込みなど余計な部分が範囲枠内に入ってしまう、値が大きくなった事による。

駐車場 A の誤答 2 は、車の色が紺色でアスファルトに色が近かったため、領域分割を行った際にアスファルトに同化してしまうものであった。駐車場 C の誤答 2 は、他駐車場に比べて撮影に十分な高さが得られず、そのため、領域分割した際に駐車場 A と同様に背景と同化してしまったためである。

これらの理由により、発生した誤答値は、本来と値が大きく違ってしまうため、閾値の設定を変更しても解決できない。

誤答 1 の解決方法としては正確な駐車区画を判定枠とする。誤答 2 の方は、色の判別や領域分割に用いているアルゴリズムを見直す必要がある。

表 2. 実験の結果

	サンプル数(区画)						正答率
	全数	使用したサンプル					
		駐車	空車	成功数	誤答 1	誤答 2	
駐車場 A	155	117	38	152	1	2	98.06
駐車場 B	8	6	2	8	0	0	100.00
駐車場 C	10	4	6	7	0	3	70.00
駐車場 D	21	10	11	21	0	0	100.00
合計	194	137	57	188	1	5	96.91

6. まとめ

本研究では駐車場を対象に駐車場 1 区画ごとに車が止まっているか否かを領域分割を用いて判別するという事を行った。その結果、96.91% という結果を出すことができた。[1] の論文と比べてほぼ同程度の結果が出ており、このアルゴリズムの実用性が確認されたと言ってよい。

参考文献

- [1] 山田 啓一, 水野 守倫 「領域分割を用いた画像による駐車場車両検出法」 電子情報通信学会論文誌 D-II II Vol. J82D-II No.12 pp.2316-2324 1999 年 12 月
- [2] 長谷川 為春, 小沢 慎治 「移動物体追跡を利用した屋外駐車場における車両係数」 電子情報通信学会論文誌 D-II II Vol. J76-D-II No.7 pp1390-1398 1993 年 7 月