

商業地域における駐車場満車表示機器の設置効果

02302030 慶応義塾大学 * 武田 安弘 TAKEDA Yasuhiro
 01007500 慶応義塾大学 小澤 正典 OZAWA Masanori

1 はじめに

現在、ある地域内の複数の駐車場の有効利用を目的とした「駐車場満車表示機器」が普及しつつある。この機器は、走行中のドライバーに満車状態にある駐車場や空車状態にある駐車場の情報を提供する機器であるが、「満車・空車」という情報のみを表示しているにすぎないのが現状である。

本研究では、商業地域の入り口に満車状態にある駐車場や空車状態にある駐車場の情報だけでなく、「満車状態にある駐車場の駐車場入り口における駐車場空き待ち時間」の情報をも提供する駐車場満車表示機器を設置することを考え、商業地域内の駐車場の利用率や駐車場空き待ち時間、来訪者の行動にどのような影響を与えるのかを解析することを目的とする。

2 商業地域について

商業地域は、複数の駐車場以外に

目的地：百貨店、飲食店、商店、レジャー施設、ホール、劇場、博物館、美術館などの施設

主要道路：商業地域と住宅地域、または他の商工業地域を結ぶ幹線道路

街路：街中の細道で、直接目的地に面する道路から構成されるものとする。

3 所要時間と入庫すべき駐車場

来訪者は、必ず主要道路（以下、「商業地域の入り口」と呼ぶ。）から商業地域に進出し、多数ある目的地の中の最初の目的地に訪問するまでの所要時間 $T_{i,j}^k$ が最小となるような経路・駐車場を選択するものとする。

$$T_{i,j}^k = \frac{a_{i,j}}{V} + \frac{b_{i,j}}{v} + t_j + \frac{d_j^k}{w} \quad (1)$$

E_i : 商業地域の入り口、 P_j : 駐車場、 D_k : 目的地

$a_{i,j}$: 主要道路の走行距離、 $b_{i,j}$: 街路の走行距離

d_j^k : 駐車場 P_j から目的地 D_k までの距離

V : 主要道路における自動車の走行速度

v : 街路における自動車の走行速度

w : 来訪者の歩行速度

t_j : 駐車場 P_j における駐車場空き待ち時間

すると、駐車場 P_j に入庫すべきであるような目的地の領域と駐車場 $P_{j'}$ に入庫すべきであるような目的地の領域の境界線は

$$T_{i,j}^k = T_{i,j'}^k \quad (j, j' = 1, 2, \dots, n, j \neq j') \quad (2)$$

という関係式から

$$d_{j'}^k - d_j^k = c_{jj'}^k (= const) \quad (3)$$

で表される双曲線となる。ただし、定数 $c_{jj'}^k$ は商業地域の入り口 E_i によって変化する。

例えば、商業地域に表1（後述）のような駐車場が存在する場合、各駐車場の目的地に対する領域、つまり勢力領域は次のようになる。

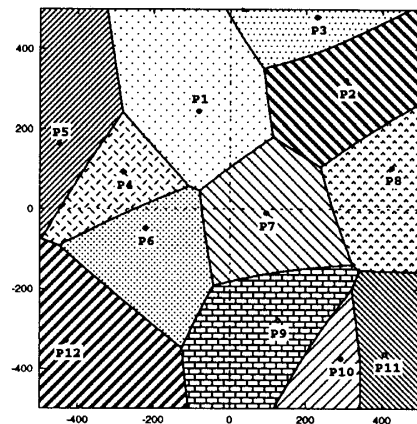


図1. 勢力領域図（初期状態）

ただし、商業地域は、入り口が $E_1(-500, 250)$ のみの一辺が1 kmの正方形内部領域で表現され、 $V = 60(\text{km/時})$ 、 $v = 30(\text{km/時})$ 、 $w = 60(\text{m/分})$ であるものとした。

4 勢力領域の時間的な挙動

4.1 商業地域の入り口が一つの場合

4.1.1 問題の定式化

まず、商業地域に一樣に目的地が存在し、毎期にわたり一定数の来訪者が到着するという状況を考える。もともと、来訪者は商業地域の入り口から最初の目的地を訪問するまでの所要時間が最小となる駐車場を選択する。よって、商業地域の入り口に「駐車場空き待ち時間」の情報をも提供する駐車場満車表示機器を設置することにより、目的地に訪問するまでの所要時間が毎期変化するため、来訪者の入庫すべき駐車場も毎期変化する。このため、各駐車場の目的地に対する勢力領域、来訪者の到着率、さらには駐車場空き待ち時間も毎期変化する。すると、各駐車場の目的地に対する勢力領域がどのような状態になっていくのか、ということが問題となる。

従って、各駐車場の目的地に対する勢力領域の変化は、次の方程式によって記述することができる。

$$S_{i,j}^{(s)} = R_{i,j}^{(s)}(T'_{i,1}^{(s)}, T'_{i,2}^{(s)}, \dots, T'_{i,j}^{(s)}, \dots, T'_{i,n}^{(s)}) \quad (4)$$

$S_{i,j}^{(s)}$: 第 s 期において、商業地域の入り口 E_i から進入した来訪者を考慮した場合の駐車場 P_j の目的地に対する勢力領域の面積

$T'_{i,j}^{(s)}$: 第 s 期において、来訪者が商業地域の入り口 E_i から、駐車場 P_j に入庫するまでの所要時間

$R_{i,j}^{(s)}$: 第 s 期において、所要時間 $T'_{i,1}^{(s)}, T'_{i,2}^{(s)}, \dots, T'_{i,n}^{(s)}$ から、駐車場 P_j の目的地に対する勢力領域の面積 $S_{i,j}^{(s)}$ への変換

表 1. 商業地域における駐車場

	位置	走行時間(分)	規模(台)	平均駐車時間(分)
P1	(-110, 240)	0.646	50	30.0
P2	(275, 295)	1.035	35	25.0
P3	(210, 475)	1.393	20	15.0
P4	(-290, 70)	0.454	30	25.0
P5	(-450, 180)	0.329	25	20.0
P6	(-230, -70)	0.564	55	50.0
P7	(80, -25)	0.843	80	60.0
P8	(410, 80)	1.379	40	20.0
P9	(120, -275)	1.243	70	35.0
P10	(295, -395)	1.543	30	20.0
P11	(400, -390)	1.386	30	15.0
P12	(-430, -320)	0.429	25	20.0

そこで、商業地域に表 1 のような駐車場が存在する場合、以下の方法により、各駐車場の目的地に対する勢力領域の推移を求める。

(手順 1) $s = 1, i = 1$ とする。

(手順 2) 第 s 期において、商業地域の入り口 E_i から、駐車場 P_j に入庫するまでの所要時間 $T'_{i,j}^{(s)}(t_j^{(s-1)})$ の算出

(手順 3) 所要時間 $T'_{i,1}^{(s)}, T'_{i,2}^{(s)}, \dots, T'_{i,n}^{(s)}$ から、駐車場 P_j の目的地に対する勢力領域の面積 $S_{i,j}^{(s)}$ の算出

(手順 4) 商業地域の入り口 E_i への単位時間あたりの来訪者数 N_i 、勢力領域の面積 $S_{i,j}^{(s)}$ から、駐車場 P_j への単位時間あたりの来訪者数 $\lambda_{i,j}^{(s)}(S_{i,j}^{(s)})$ の算出

(手順 5) 来訪者数 $\lambda_{i,j}^{(s)}$ から、駐車場 P_j における駐車場空き待ち時間 $t_j^{(s)}(\lambda_{i,j}^{(s)})$ の算出

(手順 6) 第 $(s-1)$ 期と第 s 期の駐車場空き待ち時間を比較し、どの駐車場についてもその変化率 ϵ がある一定値以内であれば、勢力領域は一定の状態であると判定し操作を終了。ある一定値を越えるのであれば、(手順 7) へ。

(手順 7) $s = s + 1$ として、(手順 2) へ。

4.1.2 結果

表 1 の場合について、勢力領域の変化を求める。

(結果 1) $N_i = 300$ (人/時間)、 $\epsilon = 1.0$ (%) の場合 (第 9 期でほぼ一定)

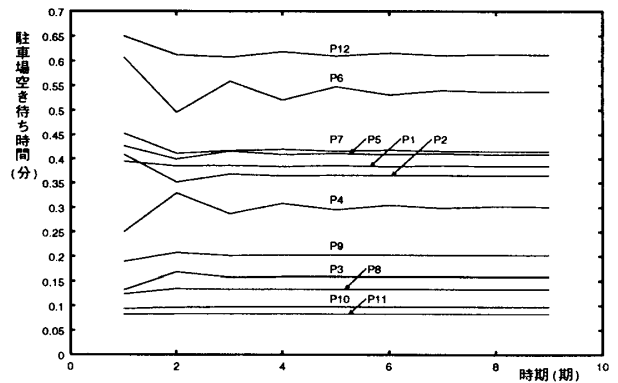


図 2.1 駐車場空き待ち時間の推移

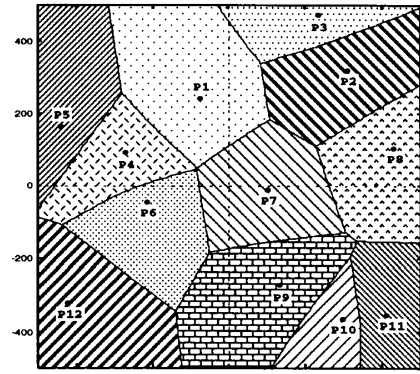


図 2.2 勢力領域図 (第 9 期目)

(結果 2) $N_i = 500$ (人/時間)、 $\epsilon = 1.0$ (%) の場合 (一定の状態には至らない。)

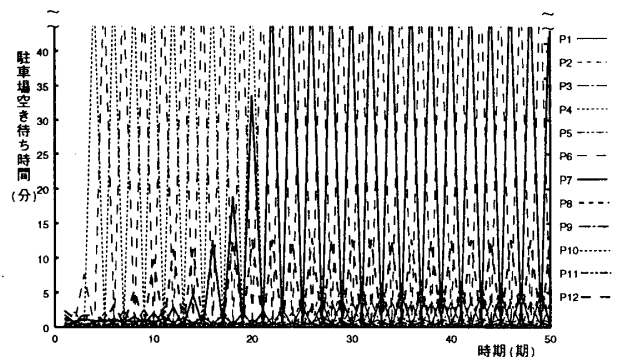


図 3 駐車場空き待ち時間の推移

5 おわりに

「駐車場空き待ち時間」の情報をも提供する駐車場満車表示機器の設置することにより、駐車場空き待ち時間がある程度小さい場合には、各駐車場の駐車場空き待ち時間は、それぞれ振動しながらある一定値に近づくが、駐車場空き待ち時間が大きい場合には、一定の値になることは困難であることが分った。このため、当期の駐車場空き待ち時間をそのまま表示する制御方法ではなく、前期の駐車場空き待ち時間を考慮に入れた駐車場空き待ち時間を表示するなど、当期の駐車場空き待ち時間に何らかの修正を加えた駐車場空き待ち時間を表示する制御方法を考えることが必要であることが分った。また、商業地域の入り口が複数ある場合、各入り口により勢力領域の状態が異なるものの、同様な議論が可能である。