

ETC 普及率が料金所の渋滞緩和に及ぼす影響の予測

2001MM092 鳥居 秀光

指導教員 伏見 正則

1 はじめに

現在、全国各地の高速道路(有料道路)では、時間や時期(GW・お盆・年末年始等々)やそれらに関係なく、サグ・道路の整備状況によって交通渋滞が発生している。そのような交通渋滞の大部分を占めているのが、料金所付近で発生する、いわゆる料金所渋滞と呼ばれるものである。この料金所渋滞を解消する事を目的として、ETC(Electronic Toll Collection System: ノンストップ自動料金支払いシステム)が導入された。

本研究では、東名阪自動車道の名古屋料金所の入口を、日本道路公団中部支社(JH中部)[4]から頂いたデータを用いて、さらに ETC 普及率に着目して、料金所渋滞の緩和を分析する。その際に、Visual SLAM と理論的解法を用いて解析・考察する。

2 データについて

本研究では、東名阪自動車道の名古屋料金所をモデルの設定場所とした。名古屋料金所は、ETC 混用ゲートが4レーン、一般ゲートが3レーンの計7レーンから構成されている。サービス時間やゲート通過時間は、JH中部支社から頂いた観測データを用いている。実際の実験では、その中の平均値、最小値、最大値を用いている。

3 Visual SLAM による解析

3.1 基本ネットワークモデル

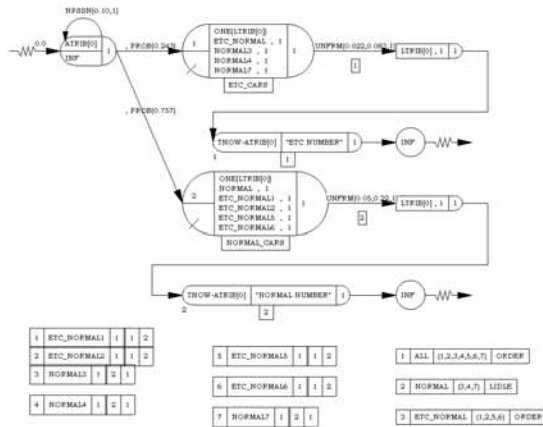


図1 基本ネットワークモデル

3.2 シミュレーション結果

ここでは、作成した Visual SLAM のプログラムを用いて、平均処理台数に着目して普及率別に以下に結果を示す。普及率は、 $0 \leq p \leq 50(\%)$ の範囲で変動させて、5時間(300分)分のシミュレーション実験を行った。

表1 平均処理台数の ETC 普及率別結果

$p = \text{ETC 普及率}$	ETC 車両	一般車両	合計
$p = 0$ (導入前)		2989	2989
$p = 1$	27	2962	2989
$p = 5$	159	2830	2989
$p = 10$	314	2761	3075
$p = 15$	445	2562	3007
$p = 20$	578	2387	2965
$p = 24.3$ (全国平均)	724	2412	3138
$p = 30$	859	2184	3043
$p = 35$	1014	2089	3103
$p = 40$	1132	1910	3042
$p = 45$	1303	1721	3024
$p = 50$	1429	1565	2994

今回の結果を見ると、普及率が向上するにつれて平均処理台数が ETC 車両は増加し、逆に一般車両は減少した。これは、混用ゲートの渋滞が本線にまで延伸し、一般車両の需要をブロックしているからだと考えられる。また、普及率の増減に関わらず平均処理台数の合計はほぼ一定の値を示した。その中で、現在の普及率である $p = 24.3$ が最も多い平均処理台数を示した。

4 理論的解法による解析

ここでは、堀口・桑原 [ETC 導入による料金所容量への影響に関する理論的解法と考察][2] による理論的解法を用いて、『混用ゲート+一般ゲート』の構成、つまり現状の名古屋料金所の構成で解析した結果・考察を示す。

4.1 問題の定式化

(1) 『混用ゲート+一般ゲート』の構成

この場合は、サービス時間が長い一般車両に選択の余地があり、利用者均衡の概念が成り立つと仮定すると、以下の式が成り立つ。

$$Xh = Yh + Zh_c \quad (1)$$

X : 一般ゲートに並ぶ一般車両台数/ゲート

Y : 混用ゲートに並ぶ一般車両台数/ゲート

Z : 混用ゲートに並ぶ ETC 車両台数/ゲート

h : 一般車両のゲートでのサービス時間/台

h_c : ETC 車両のゲートでのサービス時間/台

ここで、式 (1) の左辺は一般ゲートの待ち時間、右辺は混用ゲートの待ち時間を表している。

また需要に対する ETC 車両の混入割合、すなわち ETC 普及率 p は次式 (2) で表される。

$$\frac{mZ}{nX + m(Y + Z)} = p \quad (2)$$

n : 一般ゲートの数

m : 混用ゲートの数

$$r = \frac{h}{(1-p)h + ph_c} \quad (3)$$

ここでのピーク需要に対して、十分な料金所容量 C^* を与える p を求めると、式 (3) から、

$$C^* = 4496 = 3383 * \frac{h}{(1-p^*)h + p^*h_c} \quad (4)$$

$$p^* = 0.383$$

また、利用者均衡の仮定が成り立つための、普及率の上限 p^+ は、

$$p^+ = 0.320 \text{ (混用ゲート 1 箇所)} \quad (5)$$

$$p^+ = 0.530 \text{ (混用ゲート 2 箇所)} \quad (6)$$

4.2 解析結果

表 2 解析結果

p = ETC 普及率	料金所容量	平均遅れ時間 [分]
$p = 0$	3383	10.4
$p = 5$	3496	8.34
$p = 10$	3616	6.61
$p = 15$	3746	5.08
$p = 20$	3885	3.75
$p = 24.3$	4013	2.73
$p = 30$	4196	1.52
$p = 35$	4371	0.58
$p = 40$	4561	0
$p = 45$	4768	0
$p = 50$	4996	0

ETC 混用ゲートが 1 箇所の場合、普及率が 32 % 以上になると混用ゲートの待ち時間が一般ゲートの待ち時間よりも長くなり、最終的には混用ゲートからの渋滞が本線にまで延伸し、本線からの需要をブロックすることになる。普及率が p^* 以上、つまり $p = 38.3(\%)$ 以上であれば、今回の場合でのピーク需要に対して渋滞は発生

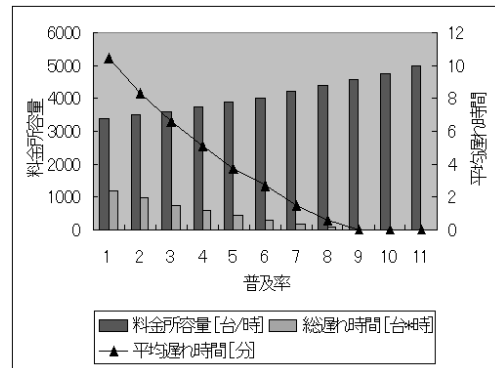


図 2 『混用ゲート + 一般ゲート』での解析

しないので、この場合は 2 箇所でもかなり十分な結果を得ることができ、3 箇所以上の混用ゲートは不要と言える。よって、モデルとした東名阪自動車道の名古屋料金所の現行の料金所構成は、ETC 混用ゲートは 4 箇所であるが、今回の分析では 2 箇所にして運用したほうが好ましいという結果になった。

5 おわりに

本研究では、ETC 普及率に着目して料金所渋滞を 2 通りの方法で解析してきた。どちらの方法も料金所渋滞の緩和のためには、普及率が単純に向上すれば良いというものではないことがわかった。しかし、今回作った Visual SLAM のプログラムはまだ改善の余地があると思われる。また理論的解法では、解析回数が少ないので、今後の課題としては改善点を見つけ、より厳密なモデルを作り、解析回数を増やし信頼性を深めていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、私がここまで出来たのも、ひとえに伏見先生の丁寧なご指導によるものや、周りの親切な方々のお力添えによるもので関係諸氏に深く感謝します。

参考文献

- [1] 森戸晋 他著 : Visual SLAM によるシステムシミュレーション, 共立出版, (2001).
- [2] 堀口良太・桑原雅夫: ETC 導入による料金所容量への影響に関する理論的解法と考察, 土木学会論文集 No.653/IV-48,29-38,2000.7.
- [3] 道路システム高度化推進機構 (ORSE): <http://www.orse.or.jp/>.
- [4] 日本道路公団中部支社 (JH 中部): <http://www.chubu.jhnet.go.jp/>.