

遺伝的アルゴリズムを用いた交通流シミュレーションのパラメータ設定

岐阜大学 正会員 ○ 小川 圭一
岡崎市役所 稲垣 篤志
岐阜大学 正会員 秋山 孝正

1. はじめに

適切な交通管理を行うための交通渋滞状況や旅行時間の予測には、交通流シミュレーションが用いられることが多い。しかしながら、シミュレーションモデルの作成においては、路線特性に対応する多数のパラメータを設定する必要がある。これらのシステムティックな設定が可能となれば、日々蓄積される観測交通データを用いて予測精度の高いシミュレーションを作成することが可能となる。本研究では、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いた最適なパラメータ設定方法を提案する。ここでは、対象区間の密度・速度関係（K-V 関係）に着目し、具体的なパラメータの設定を図るとともに、本方法の有効性を確認する。

2. 車両検知器計測値に基づくパラメータの設定

本研究で用いるシミュレーションモデルは、阪神高速道路の交通管理のために作成され、既存研究において改良が進められてきたものである¹⁾。対象路線は堺線上り（全長 11.9km）であり、これを 500m ごとに 24 の区間に分割して、区間ごとの密度変化を計算することにより交通状況の推計を行っている。

また、当該路線には約 500m 間隔で車両検知器が設置され、5 分間ごとの交通量と時間オキュパンシーが計測されている。ここでは平成 9 年 10 月 14 日～19 日の計測値を用い、シミュレーションで用いられる各区間の K-V 関係を設定する。

図-1 は、環状線合流部から 4.5kp の地点における追越車線の K-V 関係を示したものである。ここでは、既存調査より得られている平均車長を用いて、交通量と時間オキュパンシーから密度を算出している。これより、K-V 関係に Drake 式を仮定し、最小 2 乗法によりパラメータ K_0^* の推定を行った。

$$V = V_f \times e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{K}{K_0} \right)^2} \quad (1)$$

同様に他の地点についてもパラメータ K_0^* の値を推定した。表-1 にこの結果を示す。ここではシミュレーションモデル計算上の制約から、環状線以外の自由走行速度 V_f の値を 90(km/h)としている。

推定された各区間の K-V 関係を用いてシミュレーション計算を行った。速度が 30(km/h)以下の区間を渋滞と定義し、平成 9 年 10 月 14 日 午前 9 時～11 時を対象に渋滞状況の推計値と実測値を比較する。図-2 にこの結果を示す。モデルの推計精度を示す渋滞判定の適合率は 0.828 であり、実測値に比較して渋滞長が若干過大に推計されているが、実用的には良好な推計精度が得られているといえる。これをもとに試行錯誤によってパラメータの設定を行うことにより、より推計精度を向上させることができる。しかしながら、このようなパラメータの体系的な設定方法は知られていないため、合理的な設定方法を以下で検討することとする。

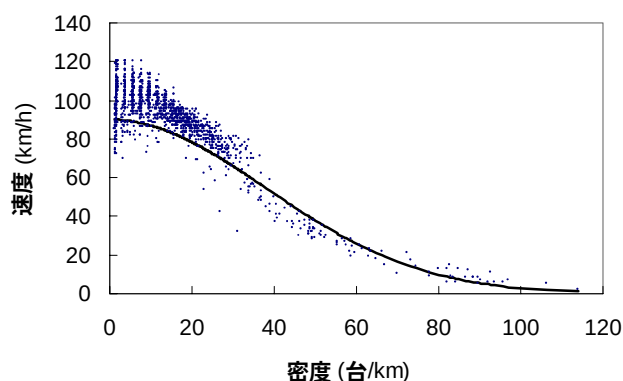


図-1 K-V 関係と Drake 式による回帰（4.5kp）

表-1 最小 2 乗法による各区間のパラメータ

地点	環状線	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
K_0	42.56	42.56	30.61	31.37	32.90	34.08	34.50	33.82	37.48	37.93
地点	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
K_0	38.02	37.68	36.16	40.87	38.69	39.08	36.24	39.96	35.91	33.37

3. 遺伝的アルゴリズムを用いたパラメータの設定

パラメータ設定においては、各区間の K-V 関係を単一曲線で代表させる場合が多い。しかしながら、図-1 からも分かるように実際の K-V 関係は曲線の周りに帯状に分布している。シミュレーションの推計精度を向上させるためには、この分布の範囲で各区間のパラメータの値を変化させ、最適なパラメータの組合せを求めることが必要であると考えられる。

従って、この問題は非線形の組合せ最適化問題として捉えることができる。そこで、具体的な最適化の方法として GA を用いる²⁾。ここでは、対象とする堺線 24 区間と環状線 1 区間の K-V 関係をそれぞれ 1 遺伝子とした。各区間に分布の中央、上辺、下辺を表現する 3 種類のパラメータ候補値(K_0^* , K_0^*+4 , K_0^*-4) (台/km)を設定し、これを遺伝子型 0, 1, 2 とした。設定としては、個体数を 25、淘汰率を 0.2、エリート保存率を 0.2 とし、個体ごとの交差率を 0.8、遺伝子ごとの突然変異率を 0.07 とした。この設定の下で GA を行い、200 世代に渡って適合率が変化しない場合に最適解が得られたものと判断した。

GA を用いて設定されたパラメータを表-2 に示す。また、このときのシミュレーションによる渋滞再現状況を図-3 に示す。適合率は 0.922 となり、図-2 での渋滞長の過大推計が修正されている。これより、GA を用いることによって推計精度が向上していることが分かる。また、当該路線には環状線合流部から 0.5kp 付近に平面曲線が、また 6.0kp 付近に渋滞の先頭となるオンランプが存在するが、表-2 を見るとこれらの上流側の区間で K_0 の値が小さくなっており、他の区間に比較してこの区間での走行速度が低下する様子が表現されていることが分かる。

4. おわりに

本研究では、交通流シミュレーションモデルのパラメータ設定を GA を用いて行うことを提案し、これによりモデルの推計精度を向上できることを示した。このような方法は K-V 関係以外のパラメータに対しても適用できるものと考えられ、合理的なパラメータ設定が可能となるものと考えられる。

なお、本研究に用いたデータの収集に当たっては、阪神高速道路公団および株式会社都市交通計画研究所にご協力頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

参考文献

1) 土田貴義・横山剛士・秋山孝正：渋滞シミュレーションを用いた交通管理支援システムの構築，土木計画学研究・論文集，No.16，pp.879-886，1999
2) 安居院猛・長尾智晴 共著：ジェネティックアルゴリズム，昭晃堂，1993

時刻	環状線									kp 9
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
9:00	*	*	*	*	-	-				
9:05	*	*	*	*	*	+	+			
9:10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9:15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9:20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:45	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9:55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:35	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:45	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10:55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

* : 渋滞一致区間
+ : 推計値のみ渋滞
- : 実測値のみ渋滞

図-2 最小 2 乗法によって得られたパラメータによるシミュレーション再現状況

表-2 GA によって設定された各区間の最適パラメータ

地点	環状線	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	
K_0	46.56	46.56	34.61	31.37	36.90	38.08	38.50	37.82	37.48	41.93	42.02	37.68
地点	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5
K_0	36.87	34.69	35.08	40.24	35.96	35.91	29.37	31.00	31.00	35.00	35.00	31.00

時刻	環状線									kp 9
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
9:00	*	*	*	*	*	*	-			
9:05	*	*	*	*	*	*	+	*		
9:10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9:15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
9:20	*	*	*	*	*	*	+	+	*	-
9:25	*	*	*	*	*	*	+	+		
9:30	*	*	*	*	*	*	+	*	-	-
9:35	*	*	*	*	*	*	+			
9:40	*	*	*	*	*	*				
9:45	*	*	*	*	*	*				
9:50	*	*	*	*	*	*				
9:55	*	*	*	*	*	*				
10:00	*	*	*	*	*	*				
10:05	*	*	*	*	*	*				
10:10	*	*	*	*	*	*				
10:15	*	*	*	*	*	*				
10:20	*	*	*	*	*	*				
10:25	*	*	*	*	*	*				
10:30	*	*	*	*	*	*				
10:35	*	*	*	*	*	*				
10:40	*	*	*	*	*	*				
10:45	*	*	*	*	*	*				
10:50	*	*	*	*	*	*				
10:55	*	*	*	*	*	*				

* : 渋滞一致区間
+ : 推計値のみ渋滞
- : 実測値のみ渋滞

図-3 GA によって設定されたパラメータによるシミュレーション再現状況