

駐車場案内情報の交通流への影響評価のためのシミュレーションモデル*

Simulation Model for analyzing the Effect of Parking Guidance Information on the Road Network Flow

倉内文孝**, 飯田恭敬***, 吉矢康人****

By Fumitaka KURAUCHI**, Yasunori IIDA***, Yasuto YOSHIYA****

1. はじめに

近年、情報提供下の交通行動分析については多くの研究成果が蓄積されている。一方、情報提供施設の導入を計画する交通管理者の興味の対象は、それを導入した際の都市内の交通渋滞や駐車場待ちによる利用者の時間損失の減少など、顕在化した交通行動の集計値として実現する交通状況である。そのため、詳細な交通行動分析の結果に基づく交通状況再現のためのツールが必要となる。

筆者らは、詳細な交通行動データを収集するために駐車場実験システムを開発し、情報提供の交通行動に及ぼす影響について詳細に分析している¹⁾。また、交通行動の変化による駐車場利用状況の変化については、駐車状況再現シミュレーションを構築して分析を行っている²⁾。次なるステップとして、そのような交通行動の変化に伴う都市内の交通状況の変化について分析する必要がある。以上のような背景のもとに、本研究においては、既存の交通行動モデルをインプットとして都市内の交通状況を分析するためのシミュレーションモデルを構築し、それを用いて案内情報提供の交通流に及ぼす影響について分析を行う。

2. シミュレーションモデルの構築

シミュレーションモデルは、オブジェクト指向言語のひとつである、Borland社製のDelphiを用いて構築した。以下に、シミュレーションのために作成したオブジェクトをまとめる。

2.1 行動主体オブジェクト

行動主体オブジェクトとは、移動を行う車両と、

それを運転するドライバーのことをさす。行動主体オブジェクトにあらかじめ設定される属性は以下のとおりである。

1. 出発地
2. 目的地
3. 出発時刻
4. 駐車場利用履歴
5. 駐車情報取得履歴
6. 最大加速度
7. 通常制動減速度
8. 最小車頭距離
9. 最小車頭時間

1.~3.のドライバーの意思決定については外生的に設定することにした。4., 5.については、駐車場の選択の際に参考にされる変数である。6.~9.については車両の特性として定義されるが、これらによって、各ドライバーの個人属性差も表現可能である。

行動主体オブジェクトは、交通行動決定のためのアルゴリズムを持つ。出発地、目的地、出発時刻はあらかじめ与えるため、経路選択モデルと駐車場選択モデルの2種類を作成した。一般的な都市においては、都市内で駐車を行う車両（駐車車両）の他に、その地域外の目的地に到達するために地域内を通過する車両（通過車両）が存在する。本シミュレーションモデルでは、どちらの交通も取り扱うことが可能である。通過車両は経路選択のみを行い、駐車車両は駐車場選択と経路選択を行うことにした。経路選択行動は、通過車両の場合は外部セントロイドまで、駐車車両の場合は駐車場までの最短経路を、各リンクの制限速度を用いて計算し、決定した。さらに、駐車行動は図-1のように仮定した。

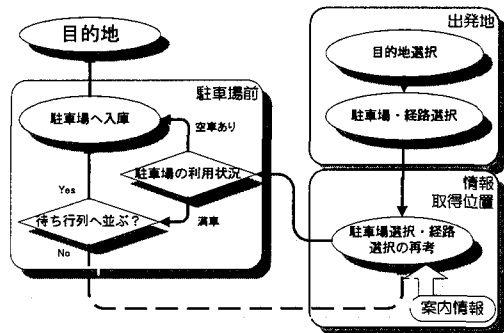


図-1 駐車行動の仮定

* Keywords : 交通情報, ITS, 交通流, 駐車場

** 工修, 京都大学大学院土木工学専攻
(京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5126, Fax 075-753-5907)

*** 工博, 京都大学大学院土木工学専攻
(京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5124, Fax 075-753-5907)

**** 工修, 大阪市建設局土木部交通安全施設課
(大阪市北区梅田1-2-2-500 大阪駅前第2ビル,
Tel 06-208-9543, FAX:06-343-1379)

駐車場選択行動については、まず出発地におけるパラメータより各駐車場の効用を計算し、ロジットモデルによって利用予定駐車場選択確率を求め、一様乱数を用いて利用予定駐車場を決定させた。情報提供を受けない車両については上記により求められた駐車場への最短経路を求め、車両の走行を開始する。情報提供を受ける車両はその後案内情報が取得できる地点において、情報取得後選択モデルを用いて各駐車場の効用を再計算し、出発地のそれと同様の手順によって利用予定駐車場を決定する。この際、出発地における駐車場と異なる駐車場が選択された場合は改めて経路選択を行う。利用予定の駐車場において駐車場待ちができない場合は、各駐車場の効用より利用予定駐車場以外の駐車場の選択確率を再計算し、それより選択された駐車場へ移動する。

行動主体オブジェクトからの出力は、駐車車両からは目的地までの総徒歩時間、道路網上の総走行距離、道路網上の総走行時間、各駐車場での待ち時間、さらにうろつき行動を行った車両の割合および総うろつき時間であり、通過車両からは、総走行時間が出力される。総うろつき時間の定義であるが、今回は利用予定の駐車場の駐車待ち行列に並ぶことができなかった時点で発生するものとし、その時刻から最終的に利用した駐車場へ入庫した時刻までとした。

2.2 リンクオブジェクト

今回は、片側1車線のリンクのみを対象とした。リンク内の行動は追従的な挙動を仮定し、リンク上流端をゼロとする1次元座標によりリンク内位置を表現した。リンク内の車両は、以下の5つの制約条件から求められる速度の最小値を持って走行速度とし、その速度にしたがって走行することにした。

- 1) 各車両の最大加速度による速度制約
- 2) 各リンクに設定される制限速度による制約
- 3) 交差点流入速度による速度制約

リンク末端の交差点側で決定づけられる流入速度に、通常減速によって達するための速度をリンク上の位置と現在の走行速度により計算する。

- 4) 先行車両との車頭距離による制約
- 5) 先行車両との車頭時間による制約

今回のシミュレーションにおいては、事故は考えないため、最大減速度は、無限大としている。リンクからのアウトプットとしては、各時点ごとの存在

台数、平均所要時間、平均速度とした。

2.3 交差点オブジェクト

リンクオブジェクトは1次元座標を用いて表現したが、交差点は他の交通との錯綜を容易に表現するために、車両1台が存在可能なブロックを組み合わせることとした。ブロック内の移動時間間隔は、全体のシミュレーションのスキャンインターバルとは独立に設定可能とした。交差点の規模はブロック数によって表現される。図-2中A-1～A-3のブロックのいずれかに対向車両が存在する際には、右折車両は一旦停止して対向車両が通過するのを待つ。また、右折終了後のブロックF-1、F-2に車両が存在する際にも右折ができない。さらに、対向車両などにより右折が妨げられ、右折車両ブロックD-1～D-3が全て埋まってしまう、その後もう1台右折車両が生じた場合は、上流側のリンクの下流端において停止する。この車両の影響により、直進車両や左折車両も通行できない。これにより、右折車両による直進車両、左折車両への影響を表現した。また、交差点での右左折挙動を行う場合はリンク内の走行速度と比較して低い速度で流入する必要があるため、上流側のリンクに、各車両の交差点での挙動（右左折・直進）に応じたリンク流出速度制約（リンク内の速度制約条件3）に対応）を設けている。信号については、このリンク流出速度制約値を一定の時間間隔ごとに変化させることによって表現できる。

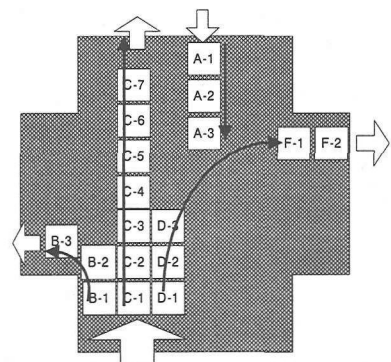


図-2 交差点の模式図

2.4 駐車場オブジェクト

駐車場オブジェクトは、その駐車場の駐車容量分のスペースと、待ち車両用のスペースを持つ。行動主体オブジェクトは、駐車場に入庫した時刻から、それぞれの駐車時間によって出庫時刻を決定し、そ

の時刻になると駐車場から流出する。待ち車両用のスペースが一杯の時には、他の駐車場へ移動するうろつき車両となる。駐車場とリンクの間には交差点を配置し、さらに左折でのみ流入可能とした。駐車場待ちをする車両のリンク交通流への影響を分析可能とするために、駐車場の待ち車両が1台でも存在していれば、駐車場直近のリンクの制限速度を減少させることにした。駐車場からは、利用台数、駐車待ち行列の推移がアウトプットとして出力される。

2.5 ネットワークオブジェクト

ネットワークオブジェクトは、全体を統括するオブジェクトであり、その他のオブジェクトは全てこの中で管理される。ネットワークにおいては、時間の管理やリンク・交差点への車両の配置等を行う。また、提供情報を決定づける情報提供モデルもネットワークが管理する。情報提供は駐車場案内情報のみとし、各案内情報は任意のリンクの流入地点で情報を受け取るように設定した。情報は、その情報更新時間間隔ごとに駐車場の状況を駐車場オブジェクトから取得し作成した。

3. 仮想ネットワークにおける試行計算

3.1 シミュレーションの設定

上記のように構築したシミュレーションを仮想ネットワークに適用して計算を行った。図-3に計算に利用したネットワークを示す。ネットワーク規模はおよそ3km x 4kmとし、34のノード、84の有向リンクで構成した。駐車場は4つ、車両の発生集中が行われるセントロイドは地域の外周に7地点用意した。計算対象時間は2時間30分としている。その他の設定は表-1の通りである。

駐車場選択モデルのパラメータは、筆者らの既存の研究成果より、表-2のようなパラメータを用いた。表-2より、駐車場選択の説明変数に平均経験待ち時間が含まれている。これは、これまでの交通行動の結果により、次の選択行動が影響を受けることを表現したものであり、ドライバーは各駐車場の知識を修正しつつ選択行動を行う。そのため、シミュレーションは30日分を繰り返して行った。なお、以下の分析においては、その21日目から30日目までの10日間の平均値によって考察を進めている。

3.2 計算結果の考察

上記で示したシミュレーションモデルを用いて、

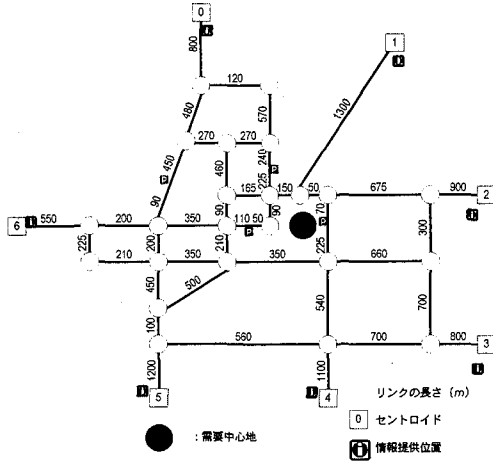


図-3 仮想道路ネットワーク

表-1 試行計算の設定

項目	設定値
交通需要の時間分布	計算開始1時間目を平均とし、標準偏差1,000secの正規分布
駐車時間分布	平均40min、標準偏差10minの正規分布
目的地	需要中心地の座標を平均とする標準偏差400mの正規乱数によりx座標、y座標を決定
最大加速度	全車両1 m/sec ²
通常減速度	全車両2 m/sec ²
最小車頭距離	全車両5 m
最小車頭時間	全車両1 sec
通過車両発生集中パターン	全セントロイドから均一に発生し、均一に集中する
通過車両比率	全需要の90% (10%駐車車両)
駐車車両発生パターン	全セントロイドから均一に発生
交差点の大きさ	全て同じサイズ、直進方向へ7ブロック、右左折3ブロック
駐車場の待ちスペース	全駐車場20台
駐車待ち車両の影響	制限速度を50%に減少させる
情報更新間隔	5分
情報の内容	満空情報と待ち時間情報
情報提供位置	セントロイド直近のリンク

表-2 駐車場選択モデルのパラメータ²

	説明変数	パラメータ値		
		情報なし	満空情報	待ち時間情報
選出 発地	徒歩時間 (分)	-0.398	-0.634	-0.422
	平均経験待ち時間 (分)	-0.263	-0.396	-0.156
	平均情報時間 (分)	-	-	-0.188
後選 取地	利用予定駐車場ダミー	-	1.027	0.948
	徒歩時間 (分)	-	-0.150	-0.121
	容量補正満空情報	-	-0.980	-
	待ち時間情報 (分)	-	-	-0.079

試行計算を行った。その結果を以下に示す。

(a) 情報提供がない場合の駐車需要と混雑の関連性

図-4に総走行時間の変化を示す。図より、総需要が増加することによって総走行時間が増加しており、その増加は需要の増加を上回っていることが解る。なかでも顕著なことは、駐車車両の総走行時間が増加するのはもちろんのこと、それにより生じる道路網上の混雑により通過車両にも大きな影響があることである。

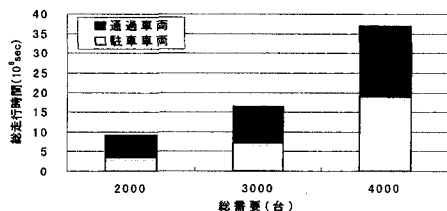


図-4 総走行時間の推移 (情報提供なし)

(b) 情報利用率と道路混雑の関連性

交通需要が3,000台として、駐車車両のうちの何割かが情報提供を受ける際に、道路ネットワークにおいてどのような変化が見られるかを考察する。提供情報は満空情報とした。図-5に走行時間の平均値が情報利用率によってどのような変化が見られたかを示す。これより、情報利用者が増加すれば増加するほど駐車車両、通過車両ともに走行時間が減少していることがわかる。案内情報の利用率がある程度高くなれば、結果として通過車両の通行にも効果が得られるといえる。

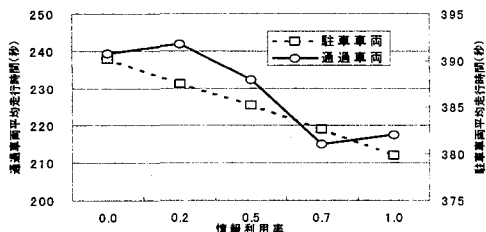


図-5 情報利用率と平均走行時間

(c) 交通需要と情報提供の関連性

次に、交通需要と情報提供の効果についての考察を行う。情報利用率を50%に固定し、総交通需要を2,000台、3,000台、4,000台と変化させた場合の交通状況変化を考察する。分析においては、各交通需要において情報提供がない場合とある場合の総走行時

間の差によって分析を行うことにする。図-6に計算結果を示す。総走行時間の差は、交通需要が大きくなればなるほど大きくなっていることがわかる。つまり、交通需要が大きいほど交通情報提供の効果が大きいことが期待される。

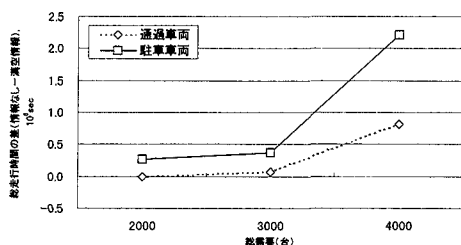


図-6 総需要ごとの満空情報の効果

4. おわりに

本研究では、駐車情報提供の都市内交通状況に及ぼす影響を評価可能なシミュレーションを構築し、試行計算を行った。それらより、以下の知見を得た。

- ・ 交通需要の増加により都市内交通状況は悪化
- ・ 駐車情報は、駐車場を利用しない車両に対しても効果をもたらす
- ・ 情報の利用率や総交通需要によって情報提供効果は変化する

今回は総走行時間のみの考察にとどまっている。シミュレーションモデルからは様々なアウトプットが得られており、それらの考察を行っていく必要がある。さらに、今後の展開として以下が挙げられる。

- ・ より現実的にするための経路選択モデルの構築
- ・ 情報提供位置や取得機会の違いによる効果の比較
- ・ 情報の更新時間間隔の影響の考察
- ・ 経路情報と駐車場案内情報との組み合わせ効果
- ・ 複数車線リンクのモデル化
- ・ 今回の計算で均一と仮定した様々な車両属性値の実際値の観測
- ・ 個人差がある場合の交通流変化の考察
- ・ 路上駐車車両の考慮

本研究は、文部省科学研究費奨励研究(A) (09750616) により行われた研究である。ここに記して感謝したい。

【参考文献】

- ¹ 倉内他：情報提供の内容・精度と交通行動の関連性に関する実験分析－駐車行動を例として－，京大土木100周年記念ワークショップ論文集－21世紀の都市・交通モデリング－，pp. 253-262, 1997
- ² 吉矢他：案内情報提供下での駐車場選択行動のシミュレーション分析，土木計画学研究講演集19(1), pp. 529-532, 1996