

都市道路網における実用的交通情報提供方法に関する研究*

Proposal of Practical Protocol on Traffic Information Provision for Urban Road Network*

陶山 貴之**・奥嶋 政嗣***・秋山 孝正****

By Takayuki SUYAMA**・Masashi OKUSHIMA***・Takamasa AKIYAMA****

1. はじめに

交通事故・交通障害など都市道路網における緊急事象に対する交通管理として、交通情報提供方法を検討することは極めて重要である。すなわち、平常時の交通情報提供とは異なり、緊急時は交通情報提供が与える交通流動変化の影響が大きく、道路網効率性に関して、十分な配慮が必要ということである。

このため本研究では、現実的な都市道路網を対象とした、緊急時の効率的な情報提供方法を提案する。具体的には、文字情報板による交通情報提供方法を前提とし、交通情報の空間的配置において最適な交通情報提供パターンを導出する。また、既存研究にて提案された都市道路網における緊急時情報提供方法を参考に、情報提供パターン決定手順の変更を試みる。これにより、現実的なネットワークにおけるODペアごとの経路の多様性に配慮した、簡便な運用手順が導出可能となる。

2. 交通情報提供効果の評価手法と評価対象

(1) 交通情報提供効果の評価方法

ここではまず、交通情報提供効果の評価方法について検討する。経路途上でのドライバーへの情報提供について、ネットワーク分析により評価方法を示している既存研究について整理する¹⁾。

高山らは高速道路の通行止めを対象に、迂回経路情報の提供によるドライバーの時間損失の軽減効果を分析している。SA・PAでの待機または一般道路への迂回の2肢選択モデルを作成し、情報提供に対するドライバーの判断過程を考慮している。

また、溝上はVICS情報の加入利用者の需要変動を考慮した確率均衡モデルを構築し、期待効用の大きさによってVICS導入の便益評価を行っている²⁾。

*キーワード：交通流，交通管理，交通情報

**学生員，岐阜大学大学院工学研究科土木工学科専攻

***正会員，工修，岐阜大学工学部社会基盤工学科

****正会員，工博，岐阜大学工学部社会基盤工学科

(岐阜県岐阜市柳戸1-1,

TEL:058-293-2446, FAX058-230-1528)

(2) 都市道路網の設定

本研究では対象地域として岐阜中心部の岐阜駅周辺市街地のネットワークを対象とした。この研究では図-1で示されるリンク数254、ノード数78、ゾーン数33のネットワークを用いて検討する。

まずOD表の作成について説明する。OD交通量として、まず第3回中京都市圏PT調査および平成8年度PT中間年次調査の結果を参考に、平成13年OD交通量を作成した。ここでピーク率として10%を設定し、配分対象時間帯OD交通量(台/時)を算定した。

次に本研究の対象とする情報提供方法について述べる。基本的な情報提供方法として文字情報板を考える。一般道路においても通常設定されている20文字の表示可能な文字情報板(上下各10文字)を想定する。上段で事象発生位置を、下段で事象の種類、規制、注意事項などを表示する(図2)。複数事象発生時、文字情報板は通常1事象の情報しか表示できない。従って適切な情報提供内容の選択が必要

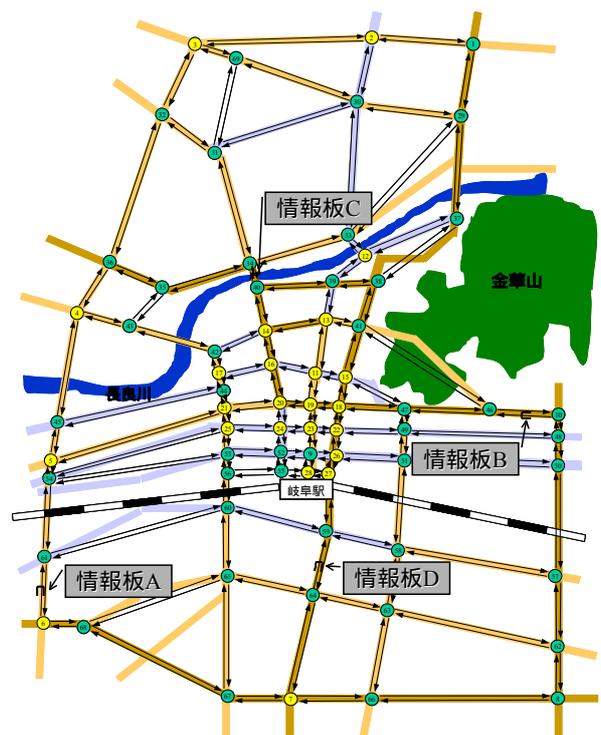


図-1 対象ネットワーク(岐阜駅周辺市街地)



図 - 2 交通情報板の表示例

となる。設置位置として図 - 1 に示される 4 ヶ所を想定する。

3. 都市道路網における情報提供効果の評価手順

緊急事象発生時に対する交通情報提供の評価を行うため、情報提供後の交通状態を求め、交通情報提供効果の算出を行う。

(1) 交通情報提供による利用者の交通行動

交通情報提供効果の算出するにあたり、情報提供後の利用者の交通行動を考える必要がある。本研究では以下の 2 種類の利用者グループに分類し検討する。

a) 道路交通情報を得た利用者

交通事故発生時の交通状態を認知できるため、迂回経路の選択など合理的意思決定が可能となる。

b) 道路交通情報を得てない利用者

交通事故に対する情報を得ることができないため、平常時の経験的情報に基づく経路選択を行う。

この両グループの情報提供後の交通状態を算出し足し合わせ評価を行う。

(2) 交通情報提供効果の算出手順

交通情報提供効果の算定手順の概要を示したものが図 - 3 である。上布を得た利用者のみ迂回経路を選択するモデルである。算定プロセスの中心的部分を以下に整理する^{3), 4)}。

平常時の道路状況の再現

道路利用者は日常的な交通状況に対する経験的知識に従って行動するものと仮定する。具体的には、確率的利用者均衡配分(SUE)に基づく多経路配分結果を用いて道路交通状態(V_0)を算定する⁵⁾。

経路選択交通の抽出

平常時に文字情報板設置位置を通過し、その後その情報板に表示された当該事象発生位置を通過する経路を持つ利用者(V_1)を抽出する。この利用者のみが交通情報提供に対応した経路選択を行う。

当該利用者の経路選択行動

当該利用者が経路選択を行うにあたり、当該利用者以外の利用者($V_2 = V_0 - V_1$)について考える必要がある。交通量を変数である当該交通量(V_1^*)に V_2

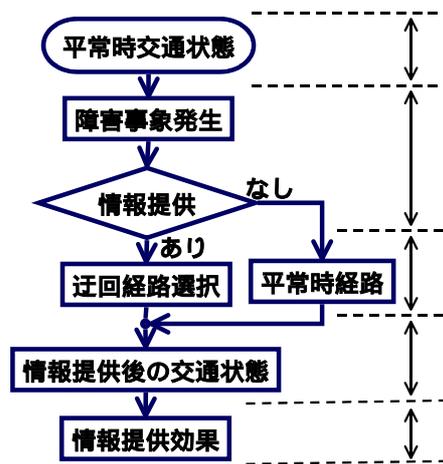


図 - 3 情報提供効果の算定手順

を付加する形でリンクコスト(t)を算出する。

$$t_a(V_{1a}^*) = t_{a0} \left\{ 1 + 0.15 \left(\frac{V_{1a}^* + V_{2a}}{Q_a} \right)^4 \right\} \quad (1)$$

この t の値を基に確率的利用者均衡配分を行い、当該利用者の経路変更後交通流状態(V_1')を算出する。

情報提供後の交通状態

経路選択後の交通量(V_1')と当該利用者以外の交通量(V_2)を合成することで、交通情報提供後の道路交通状態($V' = V_1' + V_2$)を算定する。

交通提供効果の評価方法

情報提供後の交通流状態の評価では「総走行時間」を用いる。交通事故発生時に全利用者が平常時と同一経路を選択した場合()の総走行時間($TC^{(0)}$)に対して、交通情報提供実施時の経路選択を前提とした場合()の総走行時間($TC^{(1)}$)を比較する。具体的には、総走行時間の減少分(ΔTC)を算定する。

$$\Delta TC = TC^{(1)} - TC^{(0)} \quad (2)$$

つまり ΔTC の値が大きいほど効率的となる。また、 ΔTC が 0 の値になる場合、情報提供を行うことで TC 画像化するケースであり非効率となる。

(2) 交通情報提供パターンの算出

表示内容の組合せにより評価も異なる。例えば情報板の設置数 4 で 2 事象が同時に発生した場合、情報板の表示内容で各事象の情報と無表示の 3 種類考えられる。すべての組合せを考えると 4^3 (64) 通りあげられる、これらの全てのパターンにおいて ΔTC の算出を行う必要があり、その中で ΔTC が最大となる値(TC_{\max})の組合せが最適交通情報提供パターンとなる。

4. 実用的交通情報提供方法の提案

ここでは効率的な情報提供方法の提案を行う。具

体的には、現実的な運用方法を考慮した上で、簡潔な情報提供ルールを構成する。

情報提供ルールの有効性の検証するにあたり以下の状況を想定し検討を行う。対象ネットワーク上の任意の2箇所にて事象の発生する場合について検討を行う。事象発生地点として事故の多発地点とされる30リンクを想定する。事象発生地点では1車線閉鎖が起こっており、計算過程においては交通容量が1車線分減少する。また、設定されるケースとして、事象が30リンクある中の2箇所で事象発生するため、 ${}_{30}C_2 (= 435)$ 通りある。この全ケースにおいて TC_{max} と評価指標値を用いた時の値 (TC_{rule}) の比較から検討を行う。

(1) 交通情報提供方法の提案

簡単な情報提供方法での有効性の検討を行う。具体的な方法として、「冗長度」「有効度」「迂回度」の3指標により評価値を求める方法を提案する。

(a) 評価指標の提案

() 冗長度 (Redundancy)

情報板設置位置と事象発生位置の空間的配置について検討を行い、冗長経路の削除を行う。冗長経路上に事象が発生している場合、冗長度を0とし、それ以外は1とする。

() 有効度 (DSI : Degree of Significant Information)

事象発生位置を通過する交通量の割合を考えるのに、情報提供地点と当該事象発生地点までの通過分岐数 (N) を用いて表す。 N の多いほど利用者は分散するため、情報による交通状態への影響が減少すると考える。有効度 (DSI) を次式により求める。

$$DSI = 1 - \alpha \cdot N \quad (3)$$

は1通過数増えるごとの利用者の分散を表しており、試行錯誤の結果 $\alpha = 0.04$ とした。

() 迂回度 (PDR : Possibility of Detour Route Choice)

情報提供による迂回交通の影響の考慮するにあたり混雑度を用いて考える。

$$PDR = \frac{V_a}{Q_a} \quad (4)$$

V_a : 障害発生リンクの平常時交通量

Q_a : 障害発生リンクの障害発生時交通容量

事象発生位置の混雑度の高いほど情報による交通状態への影響が高いものと考えられる。

(b) 交通情報提供方法の手順

情報板の表示内容の選択するにあたり図-4のプロセスに沿って解くものとする。図中の にあたる具体的な評価値 (EVL) を算出方法として、有効度と迂回度の積の値で示す。

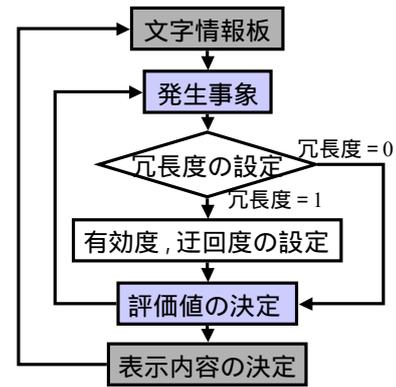


図-4 情報板の表示事象の算出手順

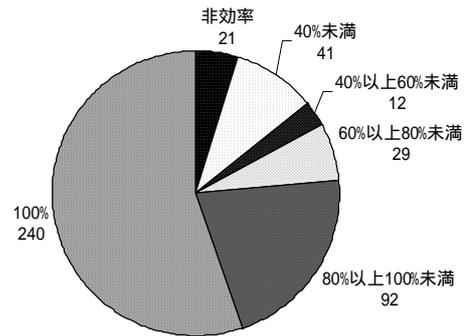


図-5 達成度の分布

$$EVL = DSI \times PDR \quad (5)$$

また図中の では各情報板に対し評価値の高い情報を表示するものとする。

全ケースについてどの程度効率的に情報提供が行われたかを測るのに達成度 (R) を用いて考える。

$$R = \frac{\Delta TC_{rule}}{\Delta TC_{max}} \quad (6)$$

TC_{rule} : 提供方法を用いたときの総走行時間減少分

TC_{max} : 最適情報提供時の総走行時間減少分

達成度の分布を図-5に示す。達成度が100%となるケースは全体の55.2%を示す。また、非効率化 ($TC_{rule} < 0$) となるものが21ケースあった。また TC_{rule} の平均を算出してみると613.24(分・台)であり、最適情報提供時は702.21(分・台)であることから全体で87.3%の改善が見られたと考えられる。つまり、これらの指標を用いることである程度の効率的な情報提供が可能であることになる。

(2) 実用的交通情報提供方法の提案

有効度、迂回度、そして評価値の算出方法のみ変更する。有効度、迂回度ともに通過分岐数、混雑度の値から5段階にランク付けをする。情報板の表示内容を評価値 (EVL) を決定するにあたり、有効度、迂回度の2指標を用い、例えば

「もし、有効度がランク3、かつ、迂回度がランク4ならば、評価値は2とする」

表 - 1 評価値表

		PDR				
		ランク5	ランク4	ランク3	ランク2	ランク1
DSI	ランク5	3	3	3	3	3
	ランク4	3	3	3	2	2
	ランク3	2	2	2	2	1
	ランク2	2	1	1	1	1
	ランク1	2	1	1	1	1

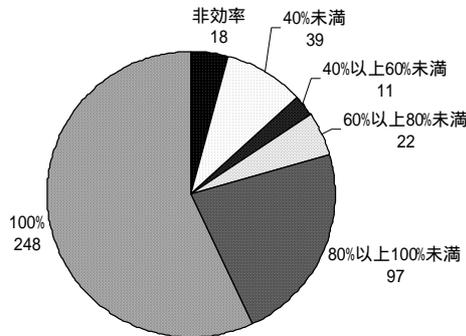


図 - 6 情報提供ルール時の達成度の分布

といったルールが構成される。同様に 25 ルール構成され、表にまとめた結果、表 - 1 となる。

表示内容の選択として各情報板に対して評価値の高い事象についての情報を表示する。もし評価値が等しいとき混雑度の高い発生位置の事象を優先する。

結果、達成率の分布を示したのが図 - 6 である。簡単な情報提供ルールでもかなりの達成率が得られることがわかる。また平均 TC_{rule} は 627.17 (分・台) であり、前節より効率的に行えているものと考えられる。あとは非効率となるケースについて減少させるためのルールの追加が必要とされる。

(3) 交通情報提供方法の改善

先の情報提供方法にルールの追加をすることで非効率ケースの減少を図る。

() 車線数

設定として事象発生後 1 車線の規制を想定している。想定される事故発生位置は車線数が車線数にばらつきがあり交通容量の減少率にも差が見られる。そのため、車線数を考慮する必要がある。つまり以下のようなルールの追加を行う。

「もし、車線数が 3 以上、かつ、PDR がランク 1 ならば、評価値は 0 とする」

このルールの追加した後の達成率の分布が図 - 7 である。先のルールに比べて非効率ケースが 18 ケースから 4 ケースまで減少していた。また、最適となるケースに至っても 8 ケースもの増加が見られた。平均 TC_{rule} については 627.24 (分・台) であり前節とあまり変化が無い。このルールの追加することで非効率なケースは減らすことが出来たものの、全体的には改善されてはいないことになる。

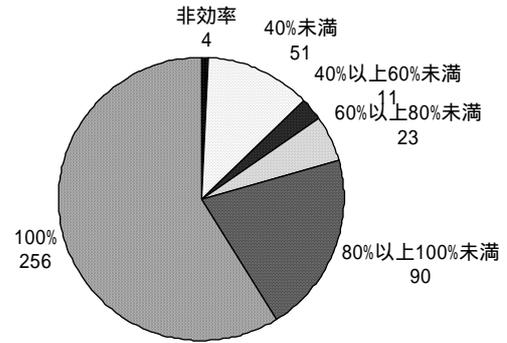


図 - 7 ルール追加時の達成度の分布

5. おわりに

本研究では、緊急時の交通情報提供に関して、交通情報の空間的配置と交通流動を考慮した有効な運用方法を検討した。具体的には、都市道路網における情報板による情報提供を想定し、時間損失を低減するための実用的運用方法を提案した。本研究で得られた成果は以下のように整理される。

緊急時の有効な交通情報提供方法を総走行時間最小化から算定した。とくに最適な情報提供パターンから、緊急時の適切な交通情報提供における基本的な考え方が実証的に整理された。

交通情報提供に関する推論モデルを構成し、有効な交通情報提供を実用的に実行するための簡便運用方法を示した。

現実的なネットワークにおいて提案した情報提供方法の有効性を確認した。

これらの成果を踏まえて、今後現実面から検討すべき課題として、複数交通情報混在時の空間配置、ナビゲーション等の高度な交通情報提供技術への対応、などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 高山純一, 中川晶一郎, 小松孝輝, 加藤千宗: 高速道路における通行止発生時のドライバーの行動分析と最適迂回経路情報のに関する研究, 第 22 回交通工学研究発表会論文報告集, 177-180, 2002
- 2) 溝上章志: ネットワーク分析を用いた道路交通情報提供システム導入の便益試算, 土木学会第 57 回年次学術講演会概要集, CD-ROM, -362, 2002.
- 3) 小川圭一, 秋山孝正: 経路誘導情報を想定した都市道路網の効率的利用に関する検討, 土木学会第 57 回年次学術講演会概要集, CD-ROM, -361, 2002.
- 4) Takamasa Akiyama, Koji Iwata: Evaluation of Traffic Information Provision with Stochastic User Equilibrium, The CD-ROMS, the proceedings of the 55th JSCE Annual Meeting, Japan Society of Civil Engineers, CD-ROM, -368, 2000.
- 5) 土木学会編: 交通ネットワークの均衡分析, 土木学会, pp.73-102 167-193, 1998.