

災害時の道路情報提供と交通への影響

Effects of Traffic Information under Disaster Rescue Situations

松井 宏樹*¹ 和泉 潔*² 野田 五十樹*¹
 Hiroki Matsui Kiyoshi Izumi Itsuki Noda

*¹産業技術総合研究所情報技術研究部門

Information Technology Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

*²産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター

Digital Human Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

We evaluate effects of traffic information in a simple road network under disaster rescue situations using a traffic simulation approach. We show that traffic situations are dependent on kinds of available information and discuss the difference between kinds of information.

1. はじめに

震災などの大きな災害発生から一週間ほどが経過すると、救援救助や物資の搬送、瓦礫などの撤去といった都市の復旧計画にかかわる交通需要だけでなく、通勤や買いものなど日常生活に関する交通需要も時間が経過するにつれて平常時に近づいていく。一方で、被害を受けた道路ネットワークも瓦礫の撤去などにより復旧が進むが、道路自体に被害がある場合など、完全な復旧にはほど遠い。災害復旧時には、被害を残す道路ネットワークはその大きな交通需要をさばききれず、多地点での渋滞の発生が予想される。このような状況で、一般車両に提示される道路に関する情報はどのような影響を持つであろうか。

本研究では、災害時の緊急交通路*¹と迂回路*²が設定された簡単な道路ネットワーク上で、一般車両ドライバが利用可能な交通状況情報と一般車両ドライバに対する罰則により交通状況がどのように変化するか交通シミュレーションを用いて検証する。

2. 交通シミュレーションモデル

図1のネットワークを対象にシミュレーションを行う。一般車両、緊急車両ともにできるだけ短い旅行時間でOからDに向かうことを目的とする。緊急車両は緊急交通路 T-D1 を利用した最短のルート O-S-T-D1-D を経路とするが、一般車両は緊急交通路を通れないため、迂回路 T-V-D2-D1 を通るか事前に迂回する経路 S-U-V-D2-D1 を通らなければならない。事前に迂回する経路 S-U-V は、経路 S-T-V に比べて狭く、制限速度が低いため、旅行時間の短い経路 S-T-V を選択しようとする。しかし、災害後の非常に大きな交通量を想定した本モデルでは、経路 S-T-V を選択する一般車両の割合がある程度大きくなると、リンク S-T に渋滞が起これば経路 S-U-V を通る方が旅行時間が短くなる。

一般車両の経路 S-T-V(Wide) と S-U-V(Narrow) を選択する割合による各経路の旅行時間*³を図2に示す。交通シミュレ-

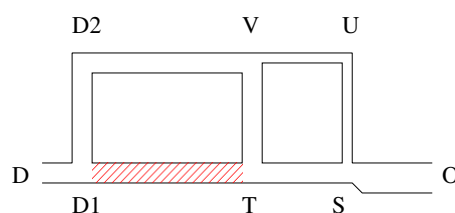


図1 シミュレーションに使用する道路ネットワーク

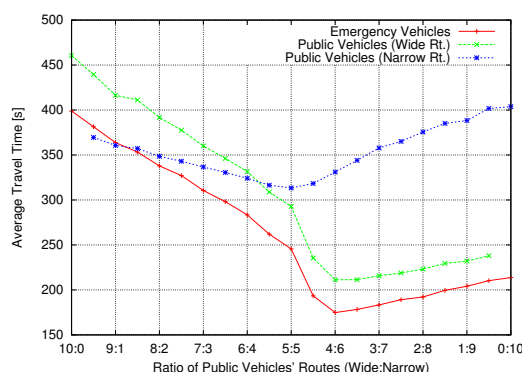


図2 一般車両の経路選択比による各車両タイプの旅行時間

タには、Paramics [Quadstone 06] を用いた。全車両の総旅行時間が最小になるのは割合が 4:6 のときで、その割合で一般車両のみの総旅行時間も最小になる。また、より旅行時間の短い経路を一般車両が常に選択する場合、選択割合は 5.5:4.5 付近に収束する。

2.1 車両エージェント

§1 緊急車両

緊急車両は、経路 O-S-T-D1-D を通行して目的地に向かう。経路の選択は行わない。

§2 一般車両

一般車両は、得られた情報と通勤などの自身の経験に基づいて経路の選択を行うと考えられる。同様の状況を現出するた

一般車両の旅行時間はそれぞれノード D1, D2 までのものを計測した。

連絡先: 松井宏樹: hiroki.matsui@aist.go.jp

和泉潔: kiyoshi@ni.aist.go.jp

野田五十樹: I.Noda@aist.go.jp

*1 災害対策基本法などに基づいて交通規制された緊急車両のみが通行可能な道路。

*2 緊急交通路の指定に伴い、本来その道路を通る予定だった一般車両の通行のために指定される道路。

*3 ノード D1 での合流によるロス省くために、緊急車両および一

めに、一般車両は各経路の旅行時間評価関数を持ち、学習により各評価関数を更新するものとした。

一般車両は、現在の状態と得られる情報に応じた各経路の旅行時間評価関数に基づいてノード S で経路の選択を行う。本実験では一般車両は O から D へ繰り返し移動するものとし（目的地 D に到達した後、 O の出発待ち車両の列に並ぶ）、実際にかかった旅行時間を基に各評価関数を更新する。

i. 得られる情報

一般車両が得られる情報の種類は以下の通りとする。

- C : 過去の経験
- U : 最近到着した一般車両の平均旅行時間
- V : 各経路上の車両の平均速度
- L : 分岐前リンク O - S の各経路に近い車線上車両数

それぞれの情報が取得できるかどうかは実験の設定による。

ii. 評価関数

車両 i の状態 s における経路 r の旅行時間評価関数を以下のように定義する。

$$\tilde{T}^i(r, s, L_r, V_r, U) = K_{r,s}^i L_r + J_{r,s}^i / V_r + I_{r,s}^i U + C_{r,s}^i$$

ここで \tilde{T} は推定旅行時間、 L , V , U , C は得られる各情報である。各情報が得られる設定の場合には、対応した係数 K , J , I と C を目的地 D に到着後、学習率 α の最急勾配法で更新する。情報が得られない項目に関しては、対応する係数は常に 0 とする。

iii. 行動選択

一般車両はリンク O - S 上で、評価関数で得られる各経路の推定旅行時間に基づき経路選択を行う。選択方法は ϵ グリデーディ手法 ($\epsilon = 0.1$) [Sutton 00] を用いた。

3. 実験

得られる情報の種類、また後で述べる罰則を用いた管理策の設定を変化させて、実験を行った。各実験は緊急車両の平均旅行時間で交通状況を評価することとする。

3.1 罰を用いた管理策なし

まず、罰則を用いた管理策を実施しない場合の実験を行った。この場合は得られる情報の種類にかかわらず、緊急車両の平均旅行時間に大きな変化は見られなかった。

3.2 罰を用いた管理策あり

次に以下の管理策を実施した場合の実験を行った。

緊急車両の旅行時間が閾値 (180 秒) を超えているときにリンク S - T を通る一般車両に対し、罰 b を与える。本研究では簡単のため、罰 b は旅行時間に加算されるものとする。罰 b の値は実験の設定による。

得られる情報が 1 種類の場合の罰の期待値と緊急車両の平均旅行時間を図 3 に示す。どのような情報の設定でも罰の期待値がある程度の大きさまでは緊急車両の平均旅行時間が短くなり、さらに大きくなると 210 秒程度に長くなる傾向が見られた。これは、罰が大きくなるにつれて広い迂回路を通る一般車両が減少し最適な割合に近づくことで、緊急車両の旅行時間が短くなるが、罰が大きくなりすぎると一般車両が広い迂回路を積極的に選択しなくなることで、逆にノード S の混雑によって緊急車両の旅行時間が長くなったものだと考えられる。

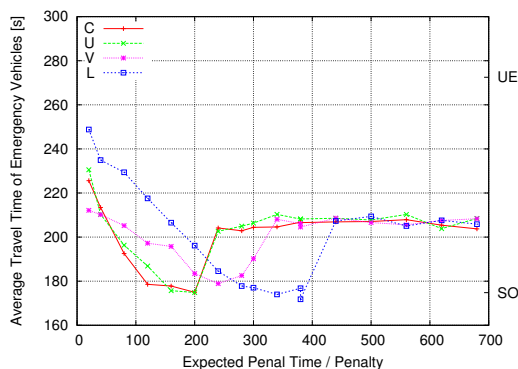


図 3 得られる情報が 1 種類の場合の緊急車両の平均旅行時間

次に情報の種類による結果の違いだが、特に各経路寄りの車線上の車両数 L が得られるときには罰の増加に伴う緊急車両の旅行時間の短縮および旅行時間の 210 秒近くへの延長が遅れる傾向が見られた。

得られる情報が 2 種類以上の場合も、最近到着した一般車両の旅行時間 U が得られず各経路寄りの車線上の車両数 L が得られる場合は、 L のみが得られる場合と同様の現象が見られた。

4. 議論

前章で、一般車両が得られる情報の種類によって交通状況 (交通管理策の効果) が異なることを示した。情報の本質的な違いとは何であろうか? 差が大きかった各経路寄りの車線上車両数 L と最近到着した一般車両の旅行時間 U に注目して考えると以下の点が考えられる。

- ノイズの大きさ
リンク O - S 上で右折車両は右側による傾向があるが絶対ではないため、 L には情報としてノイズが大きいと考えられる。実際にさまざまな経路選択比において、 L の変動係数は U のものに対して平均して 2 倍以上の大きさであった。
- 情報の鮮度
 U がやや過去の情報であるのに対して、 L は直前の車両群の情報なので自身の旅行時間に影響が大きいと考えられる。

5. おわりに

本研究では、情報提供による災害時の交通状況への影響を簡単なネットワークを用いて検証した。結果として、提供する情報の種類によって交通状況への影響、特に交通管理策の効果への影響に違いがあることが分かった。

今後の課題として、影響をあたえる情報の要素の検証、他の道路ネットワークでの結果の検証が必要である。

参考文献

[Quadstone 06] Quadstone, : Paramics: Microscopic Traffic Simulation (2006), <http://www.paramics-online.com/>
 [Sutton 00] Sutton, R. S. and Barto, A. G.: 強化学習, 森北出版 (2000), 三上 貞芳, 皆川 雅章訳