

ドライバーへの情報提供を考慮したネットワーク信頼性評価

愛媛大学 学生員 間嶋信博

愛媛大学 正会員 朝倉康夫

愛媛大学 フェロー 柏谷増男

セントラルコンサルタント 正会員 越智大介

1. はじめに

災害時に交通情報を提供することは、交通渋滞解消や信頼性向上に大きく貢献されている。ITSの導入に伴って、ネットワークの信頼性評価の際に情報提供の影響を考慮することが重要となってきた。本研究は複数の利用者セグメントを考慮した需要固定型確率均衡モデルを使い、災害時に情報を提供することがネットワーク信頼性にどのような影響を与えるのかを調べることを目的とする。

2. 複数の利用者セグメントを考慮したフローモデル

複数の利用者セグメントを考慮した確率均衡モデルを使えば、災害時に情報を提供することがネットワーク信頼性にどのような影響を与えるか調べることができる。Yang¹⁾は、ATIS (Advanced Traffic Management Systems) の普及率を取り入れた複数のドライバー属性を考慮した混合確率均衡モデルを提案している。ATISから情報を受け取る機器を持ったドライバーは最短経路を見つけることができるとし、持たないドライバーは必ずしも最短経路を選ぶとは限らないとしている。ATISの普及率を与えたとき、情報を持つドライバーと持たないドライバーを組み合わせた均衡問題を解くモデルを以下の式で紹介している。

$$\min. Z(f) = \sum_{i,j \in A} \int_0^{v_{ij}} t_{ij}(\omega) d\omega - \sum_{g=1,2} \frac{1}{\theta^g} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs,g}} f_k^{rs,g} \ln \left(\frac{f_k^{rs,g}}{q_{rs,g}} \right) \quad (1)$$

$$\text{subject to} \quad v_{ij} = \sum_{g=1,2} \sum_{r \in R} \sum_{s \in S} \sum_{k \in K_{rs,g}} f_k^{rs,g} \delta_{ij,k}^{rs,g} \quad \forall (i,j) \in A \quad (2)$$

$$q_{rs,g} = \sum_{k \in K_{rs,g}} f_k^{rs,g} \quad \forall g=1,2, r \in R, s \in S \quad (3)$$

$$f_k^{rs,g} \geq 0 \quad \forall k \in K_{rs,g}, g=1,2, r \in R, s \in S \quad (4)$$

ここで、 $q_{rs,g}$ はグループ g における OD ペア rs 間の交通量、 $f_k^{rs,g}$ はグループ g における OD ペア rs 間第 k 番目の経路交通量、 θ^g はグループ g における経路選択パラメータである。

情報の有無による経路選択行動の違いは経路所要コストの認知に帰着される。具体的には経路選択パラメータ θ の大小である。情報なしのドライバーの経路選択パラメータ θ^1 と情報ありのドライバーのパラメータ θ^2 の関係は、情報を持たないドライバーの経路選択の方がランダム性が強いと考えられるので、 $0 < \theta^1 < \theta^2$ であると考えられる。

本研究では、情報ありと情報なしの2種類のドライバーの構成割合を変化させながらネットワーク信頼性評価を行うことを考える。OD ペア rs 間の総交通量が一定のとき、情報なしのドライバーの割合を ω ($0 \leq \omega \leq 1$) とすれば、式 (3) は以下のように置き換えられる。

$$\sum_{k \in K_{rs,g}} f_k^{rs,1} = q_{rs,1} = \omega q_{rs} \quad , \quad \sum_{k \in K_{rs,g}} f_k^{rs,2} = q_{rs,2} = (1 - \omega) q_{rs} \quad (5)$$

keywords：交通ネットワーク，信頼性評価，交通情報，確率的利用者均衡

連絡先：〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番 愛媛大学工学部，TEL.089(927)9829，FAX.089(927)9843

3. リンク交通量の確率分布の計算

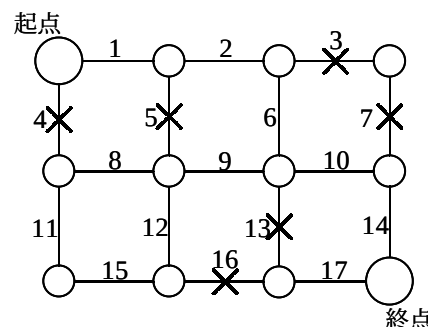
ネットワークの状態をベクトル $\mathbf{x}$ で表す. $\mathbf{x}$ の要素 x_a は, リンク a が機能しているとき $x_a = 1$, 機能していないとき $x_a = 0$ である. 状態の生起は確率事象であるから, リンク交通量 $x_a(\mathbf{x})$ もある確率分布に従う. 状態 $\mathbf{x}$ の発生確率を $P(\mathbf{x})$ とすれば, リンク交通量が $x_a(\mathbf{x})$ となる確率も $P(\mathbf{x})$ である. そこでリンク交通量の確率分布を推定しその累積分布関数を求めることができる.

4. 数値計算

ネットワーク構成を図-1 に示す. OD は図-1 に示す 1 つのペアについてのみ考え, 交通量は 2000 台とした. 非連結になる可能性のあるリンクの通行可能確率はすべて 0.7 である. ドライバーが情報を持っている場合としてパラメータ $\theta = 10.0$, 情報がなくランダムに経路を選択する場合としてパラメータ $\theta = 0.1$ で考える.

図-2 はリンク 9, 図-3 はリンク 11 の累積分布関数である. 図-2, 図-3 が示すようにリンク 9 はドライバーに情報がない場合, リンク 11 はドライバーに情報がある場合の方がリンクフローが大きいことがわかる. ネットワーク形状からリンク

9 は使用されやすく, リンク 11 は使用されにくいリンクであると思われる. 災害時において, ドライバーに情報があれば幹線道路のような使用されやすいリンクはリンクフローが小さくなる. 逆に普段使用されにくいリンクはリンクフローが大きくなるものと考えられる. このことは結果的に交通の分散を促し, 災害時のネットワークパフォーマンスを向上させることにつながる.



✕: 非連結になる可能性のあるリンク

図-1 仮想ネットワーク(数字はリンク番号)

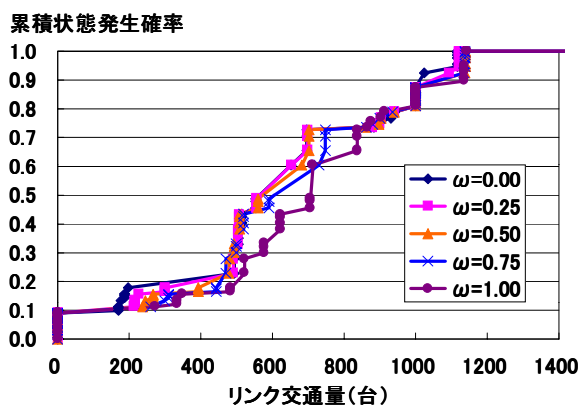


図-2 累積分布関数（リンク 9）

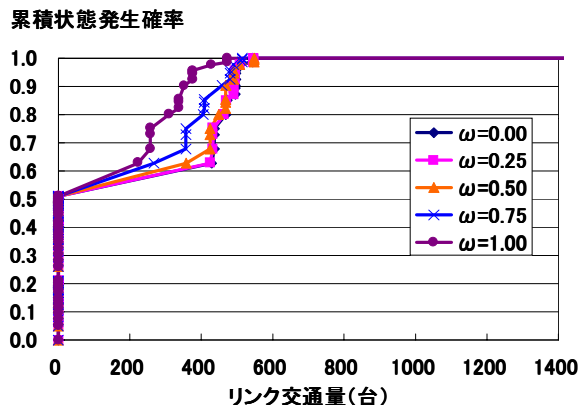


図-3 累積分布関数（リンク 11）

表-1 は情報なしのドライバーの割合 ω とネットワーク上の総走行時間の期待値の関係を示したものである. 情報を持つドライバーの割合が多いほど総走行時間の期待値が小さく, より良好なパフォーマンスを保つことができる. しかしすべての状態においてこの大小関係が成立するわけではなく, ネットワーク状態によっては情報を提供しない方がパフォーマンスが良好なものもあることに注意しなければならない.

表-1 ω と総走行時間の期待値

ω	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
総走行時間の期待値(台・分)	126938	127094	127439	127810	128706

参考文献

1) Hai Yang ; Multiple Equilibrium Behaviors and Advanced Traveler Information Systems with Endogenous Market Penetration. Transpn Res.-B, Vol.32, No.3, pp.205-218, 1998.