



1. はじめに

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震が発生し、東京23区内では最大震度5弱を観測した。地震発生直後、高速道路は緊急点検のため全線通行止めになり、それに伴って一般道は交通量が増加し、緊急車両の通行に支障をきたす程のグリッドロック現象が発生した。これは、大きく迂回して走行したことによる総走行台キロの増加が一因と考える。よって、非常時はカーナビなどの情報でドライバーを上手に誘導することで迂回行動を抑制し、走行台キロを軽減させることが重要である。そのためには、震災時特有のドライバーの経路選択特性を分析する必要がある。

通常のロジットモデルではパスの選択肢集合を与える必要があり、選択肢が膨大にある道路ネットワークでは推定が困難であった。しかし、Fosgerau¹⁾が提案した逐次選択を繰り返す再帰型ロジットモデル

(Recursive Logit model 以下、RLモデル)は、選択肢集合を列挙することなく、選択肢が膨大にある道路ネットワークでの推定が可能である。

そこで、本研究では、RLモデルを用いて実道路ネットワーク上における震災当日のドライバーの経路選択モデルを構築することを目的とする。

2. RLモデルについて

図1において、リンク集合をAとするネットワークのリンクkを走行するドライバーnがリンクaを選択する確率 $P_n^d(a|k)$ は、リンクkのときのリンクaの効用 $v(a|k)$ とノードOからノードDまでの効用のログサム $V_n^d(a)$ により式(1)で表される。このログサムは、式(2)によって表される。パス σ は、起点OからDまでのリンクkの状態遷移であるため、パス σ は式(3)のリンク集合で表される。ここで、 k_0 は起点、 k_1 は終点を表している。式(3)を式(1)に適用するとパス σ の選択確率 $P(\sigma)$ は式(4)となり、RLモデルである式(5)が導出される。式(2)を変形し、式(6)とおくと吸収マ

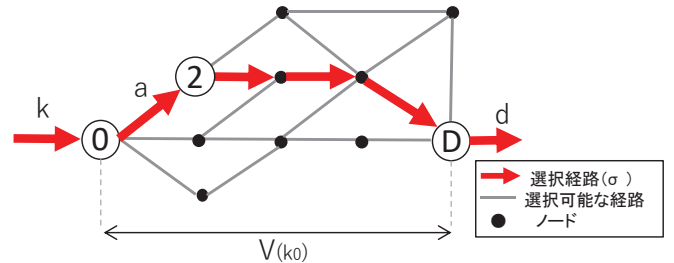


図1 仮想ネットワーク図

ルコフ連鎖の性質により、式(7)となり、式(5)の

$e^{-\frac{1}{\mu}V(k_0)}$ が求められる。ここで、Iは $A \times A$ の単位行列(Aはノード数)、bは $k=d$ のとき $b_k=1$ となる $A \times 1$ の0と1の行列である。Mは式(8)のように $A \times A$ の巨大なスパース行列になる。

$$P_n^d(a|k) = \frac{e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a|k) + V_n^d(a))}}{\sum_{a' \in A(k)} e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a'|k) + V_n^d(a'))}} \quad (1)$$

$$V_n^d(k) = \begin{cases} \mu \ln \sum_{a \in A} \delta(a|k) e^{\frac{1}{\mu}(v_n(a|k) + V_n^d(a))} & \forall k \in A \\ 0 & k = d \end{cases} \quad (2)$$

$$\sigma = \{k_i\}_0^l \quad (3)$$

$$P(\sigma) = \prod_{i=0}^{l-1} P(k_{i+1}|k_i) \quad (4)$$

$$P(\sigma) = e^{-\frac{1}{\mu}V(k_0)} \prod_{i=0}^{l-1} e^{\frac{1}{\mu}v(k_{i+1}|k_i)} \quad (5)$$

$$Z(k) = e^{\frac{1}{\mu}V(k)} \quad (6)$$

$$Z(k) = (I - M)^{-1}b \quad (7)$$

$$M = \begin{bmatrix} 0 & & \dots & & \\ & \ddots & & & \ddots \\ \vdots & & \delta(a|k)e^{\frac{1}{\mu}v(a|k)} & & \vdots \\ & \ddots & & \ddots & \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

3. データ概要

LOSは、表1の3種のプローブデータの統合データ（以下、三社統合データ）と渋滞統計データ（以下、JARTICデータ）を使用する。三社統合データでは欠損値をJARTICデータで補完し、分析に用いる統合データを作成した。

3.1. データセット作成方法

本研究では、新宿・池袋を含む地域2次メッシュコード533945(10km×10km)を分析対象とする。RLモデルでは、以下の2つのデータセットを作成する必要があり、その作成方法を以下に示す。

(1) 実績経路データセット

実績経路データセットはNAVITIME点列データから作成した。この実績データセットから1時間毎のトリップ数を算出し、19時台~21時台を分析対象時間とした。目的地をセントロイド（図2中の四角）に設定し、分析対象トリップは、対象時間中に目的地を通過した5トリップである。

(2) 分析対象地域の全リンクのデータセット

統合データの19時00分~21時55分のリンク旅行時間をリンク毎に相加平均して、各リンクの旅行時間を算出し、分析対象地域の全リンクの所要時間、道路種別の情報を作成した。ノード数は3571ノード、リンク数は5136リンクである。

4. パラメータ推定結果と問題

説明変数をリンク旅行時間(秒)と道路種別ダミーとし、RLモデルを用いて、震災当日の経路選択行動のパラメータ推定を行った。しかし、初期値が定められず、推定結果を得られなかった。パラメータ推定が困難な要因は、サンプル数の少なさ、震災時はドライバーが結果としての最適経路を選択できていない点、RLモデルの性質上の問題等が考えられる。

本モデルの推定上の問題点を以下に列挙する。

① RLモデルでのパラメータ推定に関する問題点

- (1) 推定結果が初期値に依存しており、現状では適切な初期値の設定方法を見出せていない。
- (2) 巨大(3571×3571)なスパース行列の逆行列の演

算が不安定な可能性がある。

- (3) 行列 $Z_{(k)}$ が限りなく0に近づく、すなわち $r(k_0)$ が $-\infty$ に近づくことにより、 $e^{\frac{1}{\mu}r(k_0)}$ が算出できない。

表1 データ概要

データ名	集計時間区分	データ内容	DRMリンク情報
HITACHI タクシープローブ	5分	リンク旅行時間(秒)	有
民間プローブ	15分	リンク旅行時間(秒)	有
NAVITIME 点列データ	秒単位	リンク旅行時間(秒) 経路情報	無
三社統合データ	5分	リンク旅行時間(秒)	-
JARTIC 渋滞統計データ	5分	速度区分から算出した リンク旅行時間(秒)	無
統合データ	5分	各データから得られる全ての情報	-



② データに関する問題

- (1) JARTICデータでは補完しきれなかったリンク所要時間の欠損値の補完方法の検討ができていない。
- (2) DRMを基準にすると表現できない実績経路が存在する。また、実績経路データのリンクを形成するノードの組み合わせが、全リンクのデータに存在しない。
- (3) NAVITIME点列データはGPSでの観測情報でマップマッチングのロジックが検討不足のため、周回するトリップがGPSの観測誤差による周回なのか、迂回行動による周回なのか判断できないケースが存在した。

参考文献

- 1) Mogens Fosgerau, Emma Frajinger, Anders Karlstorm: A link based network route choice model with unrestricted choice set, Transportation Research Part B, Vol.56, pp.70-80, 2013

謝意：本研究を行うに際し、多大なるご協力を頂きました株式会社道路計画の野中様、清田様、東京工業大学の福田准教授、金子様に謝意を表します。