

IV-344 速度調整行動を考慮した流入ギャップ選択モデル

鳥取大学大学院 学生員 原田 裕司
 鳥取大学工学部 正会員 喜多 秀行
 鳥取大学大学院 学生員 平井 克尚

1. はじめに

高速道路流入部において、流入車は加速車線上で速度調整を行いながら安全な合流を行おうとしている。たとえば、直面しているギャップに流入できそうにない場合、流入車は加速を控えてそのギャップを見送ることが多い。本来、加速車線は流入車が加速しながら流入のタイミングを伺うための区間であり、この区間における流入タイミング調整行動の記述は合流挙動を表すモデルに不可欠である。

流入部における流入車の合流挙動のモデル化はこれまでもなされてきたが¹⁾、流入車が速度の調整を行いながら流入のタイミングを図るような行動については考慮されていなかった²⁾。そのため、従来の合流挙動モデルでは、例えば、流入車のドライバーが「流入しない」という判断を行った場合、その時直面しているギャップを見送り、次のギャップを待とうと思っても、次のギャップに遭遇できないまま加速車線の終端に行き着いてしまうような、非現実的な状況が生じる場合がみられた。

そこで本研究では速度調整行動をモデル化し、従来の合流挙動モデルの拡張を行った。このモデルは複数のギャップに着目して流入行動を選択するモデルとなるため、同時に着目するギャップの数についても検討を行い、実証分析をもとにその現象説明力を確かめた。

2. 流入行動のモデル化

先に述べたような速度調整の必要な状況は、流入車と本線車の速度差が比較的小さい場合に起こりやすい。このとき、安全に合流するためにどこで加速を取りやめるかが速度調整の基本となっている。

(1) 効用関数

従来のモデル²⁾において、直面したギャップに「流入する」かあるいはそれを「見送る」という判断は、ギャップ長、残存加速車線長、相対速度の3つの変数で構成された線形効用関数で規定される両者の効用を比較し、その高い方をとるべき流入行

動として選択していた。

しかし、流入判断においてギャップ長と相対速度とは密接に関係しているため、本研究では次式の効用関数を用いることにした。

$$u_k = \eta_0 + \eta_1 t_\alpha + \eta_2 t_\beta + \varepsilon \quad (1)$$

ここに u_k はギャップ k に流入しようとするときの効用、 t_α はギャップを構成する本線走行車との TTC [s]、 t_β は流入車の速度で正規化した残存加速車線長 [s] である。また、 η_0, η_1, η_2 はパラメータ、 ε はランダム項である。

ただし、相対速度が十分に小さい合流形態で t_α の値が無意味に大きくなる場合があり、このことがモデルの説明力に大きく影響してしまう。この場合には TTC ではなく車間距離を見て判断がなされるものと考え、本モデルでは相対速度が、あるしきい値より小さい場合、説明変数 t_α として車間距離 d [m] が採用されたとした。これまでの検討結果から、しきい値は概ね 1.0 [m/s] 程度の値をとることが分かっている。

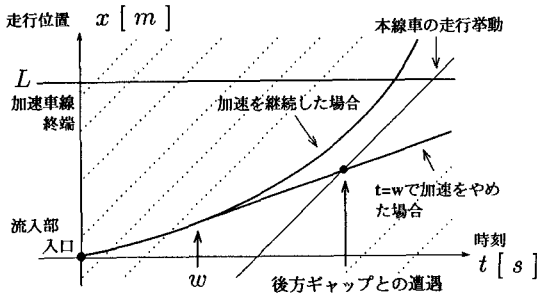
(2) 走行挙動の記述

前述の t_α, t_β は流入車の速度や走行位置、本線車の走行位置により規定され、これらは速度調整行動に依存するため、ある時点で加速を取りやめるような速度調整を行う流入車の挙動は、加速継続時間 w を用いて記述できる。

$$\begin{cases} x_i = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 & \text{for } t \leq w \\ x_i = v_0 w + \frac{1}{2} a w^2 + (v_0 + a w)(t - w) & \text{for } t > w \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 $t = 0$ は流入車が流入部入口に到着した時刻、 $t = w$ は加速を取りやめる時刻にそれぞれ等しい。

図-1 流入車の挙動



また、 v_0 は流入車の初期速度 [m/s], a は流入車の加速度 [m/s^2], L は加速車線長 [m] である。

(3) ギャップ選択モデル

流入車が加速継続時間 w をある範囲で選択できるとする。これは、流入時点の選択が可能であることを意味するだけでなく、より後方の複数のギャップを待って流入するという選択も可能となることを意味している。したがって、速度調整が行われる場合の流入車の行動は多項選択行動として記述しなければならない。

すなわち、流入車がギャップ k ($k=1, 2, \dots$) に着目した場合、そのギャップに流入する際に決定される加速継続時間 w とは、次に示されるギャップ k に流入すること効用 u_k を最大にするような加速継続時間 w^* である。この最適な加速継続時間 w^* の下で、ギャップ k に流入するという行動 A_k の効用 $U(A_k)$ は

$$U(A_k) = u_k(w^*) \quad (3)$$

となり、流入車の遭遇するいくつかのギャップは、この効用の大きさでもって相互に比較される。

流入車は、まず初期時点 ($t=0$) で同時選択可能な K 個のギャップ k' ($k'=1, \dots, K$) について、その位置と速度を確認できたとする。流入車はこれら K 個のギャップのそれぞれに流入するときの最適な流入時点を見出す。そして、最適な流入時点で流入する場合の各ギャップ k' の効用 $U(A_{k'})$ を比較し、 k' 目のギャップに「流入する」 $A_{k'}$ か、あるいは、いずれにも「とりあえず、流入しない」 A_{K+1} か、という $K+1$ 個の選択肢の中から行動の選択を行う。このとき、以下の確率 $P_s(A_k)$ で流入行動が選択される。

$$P_s(A_k) = \frac{\exp[U(A_k) - U(A_{K+1})]}{\sum_{k'=1}^K \exp[U(A_{k'}) - U(A_{K+1})]} \quad (4)$$

ギャップへ「流入する」という行動が選択された場合には流入行動は完了するが、「流入しない」場合には本線車を1台やり過ごすたびにこのような選択を繰り返すものとする。

ここで K は同時に着目する選択ギャップ数である。

4. 実証分析の結果

京葉道・市川インターチェンジ流入部における流入車の行動の選択実績データを収集し、尤度比を指標として構築したモデルの現象説明力を確かめた。同時選択ギャップ数 K については、ドライバーが通常どの範囲のギャップを考慮して流入判断を行っているのかの情報がなく、先験的に与えることができないため $K=1 \sim 3$ とした場合についての現象説明力を比較した。

表-1 尤度比分析の結果

c	Sample数	初期対数尤度	最終対数尤度	尤度比
c=1	55	-38.123	-6.954	0.82
c=2	32	-35.156	-13.977	0.60
c=3	8	-11.090	-6.774	0.39

上表よりいずれの尤度比も比較的良好な値を示しているが、 $K=1$ としたモデルはどのサンプルにも適応でき説明力も最も高いため、検討した範囲では $K=1$ としたモデルを採用すべきであると結論づけられる。

しかし、本線の交通量がより大きい場合には、かなり後方のギャップまで見通すことが多いと考えられる。また、視距との関係から線形的设计にも影響を及ぼすため、道路条件や交通条件の異なる区間を対象にさらに吟味する必要がある。

【参考文献】

- たとえば、巻上安爾・松尾 武：流入確率に基づく都市高速道路入路接続方式の評価について、土木学会論文集 第389号, pp.93～101, 1988.
- 喜多秀行・平井克尚：運転行動分析に基づく低速合流時の潜在事故危険度推定法, 土木計画学研究・論文集 No.11, pp.327～334, 1993.