Ⅳ－202　交通情報を考慮した確率均衡モデル

岐阜大学　学生員　市川　昌
岐阜大学　正　員　宮城俊彦
安藤建設　　　　　橋本研一

１.はじめに

経路選択行動を規定する経路情報をどのように交通配分モデルに取り込んでいくかは、現在交通配分モデル構築の重要な課題となっている。

経路選択における利用者の意思決定を左右するのは利用者の経路に関する情報である。この場合、利用者が主観あるいは過去の走行経験に基づいた走行時間を反映した内部的情報と利用者の外部から与えられる外部情報を分けて考える。外部情報は交通情報機器によって与えられる。利用者はこれら外部情報を内部化し、自己の主観値を更新するものと仮定する。

このとき、利用者の主観値がどのように変化し、この情報更新プロセスを加味した配分手法はどのように定式化できるのかについて検討を行う。

２.主観的所要時間の形成過程

今、２種類の経路情報が提示されているものと仮定しよう。１つは外部情報であり、交通情報システムによって与えられるもので、観測交通量に基づいて計測された経路の所要時間で、これを t^*（客観値）とおく。もう１つは内部情報であり、ドライバーが私的に会得する情報であり、主に過去の走行経験に基づく値で $\tilde{t}$（主観値）とおく。

t^*、$\tilde{t}$ はそれぞれ平均値 $\bar{t}^*$、$\bar{t}$ のガンベル分布に従うと仮定する。

$$t^* = \bar{t}^* + \varepsilon^*\ ,\quad \tilde{t} = \bar{t} + \varepsilon^* \qquad (1)$$

ドライバーは、これら２つの情報のうちどれを選択するであろうか。今、２種類のドライバーを考える。大きい方の所要時間を選択する傾向の利用者を悲観的態度をとるドライバーとし、小さい方の所要時間を選択する傾向の利用者を楽観的態度をとるドライバーとしよう。そして、それらのドライバーの割合をそれぞれ α，(1-α) とおく。また、ガンベル分布の仮定より、所要時間を大きく見積もる個人の所要時間の期待値 $\bar{t}_{max}$ は、

$$\bar{t}_{\max} = \frac{1}{\lambda}\ln[\exp(\lambda\bar{t}) + \exp(\lambda t^*)] \qquad (2)$$

で与えられ、小さく見積もる個人の所要時間の期待値 $\bar{t}_{min}$ は次式で与えられる。

$$\bar{t}_{\min} = -\frac{1}{\lambda}\ln[\exp(-\lambda\bar{t}) + \exp(-\lambda t^*)] \qquad (3)$$

従って、母集団の平均値は、

$$\bar{t} = \alpha t_{\max} + (1-\alpha)t_{\min} \qquad (4)$$

で与えられる。

３.学習過程

初期の主観的所要時間 $\bar{t}(0)$ は、外部情報を得た後、平均化され、$\bar{t}(1)$ となる。その後、更新され n 回目の走行経験によって得られる所要時間の主観値の平均値 $\bar{t}(n)$ は次式で与えられる。

$$\bar{t}(n) = \alpha t_{\max}[t^*, \bar{t}(n-1)] + (1-\alpha)t_{\min}[t^*, \bar{t}(n-1)] \qquad (5)$$

（5）は次の（６）のように変形できる。

$$\bar{t}(n) = \alpha t^* + (1-\alpha)\bar{t}(n-1) + \frac{2\alpha-1}{\lambda}\ln(1 + e^{\lambda\bar{t}(n-1)}e^{-\lambda t^*}) \qquad (6)$$

従って、α＝1／2のとき、外部情報 t^* が常に一定であるならば

$$\bar{t}(n) = \frac{1}{2}[t^* + \bar{t}(n-1)] \qquad (7)$$

となり、走行経験を積み重ねることによって、外部情報 t^* に収束することが示される。

$$\lim_{n\to\infty}\bar{t}(n) = \lim_{n\to\infty}\{(1-\frac{1}{2^n})t^* + \frac{\bar{t}(0)}{2^n}\} = t^* \qquad (8)$$

言い換えれば、楽観的判断をとるときと、悲観的判断をとるときが半々ならば、主観値は客観値に一致する。

４.主観的所要時間に基づく確率均衡

では、前項では一定と仮定した外部情報として与えられる所要時間を、交通混雑を考慮することによって変化させる場合、主観値は客観値に収束するのであろうか検討していく。

まず、確率均衡を次のような目的関数によって定式化する。

$$\min.Z(f) = -\frac{q}{\theta}\sum\ln\exp[-\theta\bar{t}_i] + \int_{t_i^{\min}}^{t_i} C_i^{-1}(w)dw \qquad (9)$$

この時得られる最適解は次の（10）式によって与えられる。

$$\hat{f}_i = q\frac{\exp[-\theta \bar{t}_i(\hat{f}_i)]}{\sum_i \exp[-\theta \bar{t}_i(\hat{f}_i)]} \qquad (10)$$

ここで与えられている$\bar{t}_i$は主観値であり次のように表わされる。

$$\bar{t}_i(n) = \frac{\alpha}{\lambda}\ln[\exp(\lambda \bar{t}_i(n-1)) + \exp(\lambda t_i^*(n))]$$
$$-\frac{1-\alpha}{\lambda}\ln[\exp(-\lambda \bar{t}_i(n-1)) + \exp(-\lambda t_i^*(n))] \qquad (11)$$

$$t_i^*(n) = t_i(0)\{1 + 0.53(\frac{f_i(n)}{k_i})^4\} \qquad (12)$$

客観値$t_i^*(n)$は上式（12）で与えられるため変化し、ドライバーが走行経験を積み重ねることによって、（11）により主観値は更新されていくこととなる。計算フローを図1に示す。

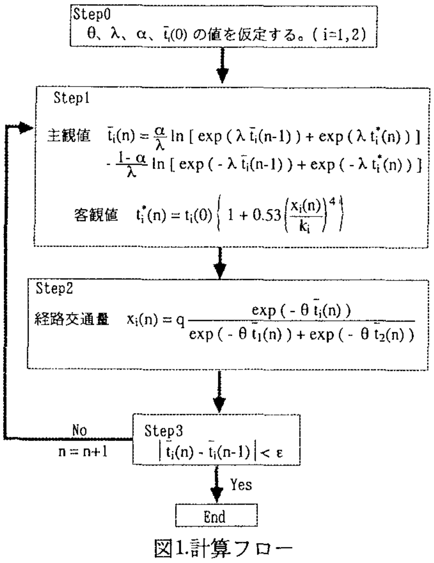

図1.計算フロー

終了したときの主観値が解として与えられ、この操作を繰り返し行うことが走行経験を積み重ねるということになる。適用例を例題を通して検証していく。

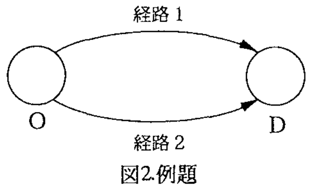

図2.例題

今、２つの経路からなる１つのODペアを考えることとする。径路１，２のリンク所要時間をそれぞれ１５，２０、リンク容量を３０，５０とし、総交通量を１００として一定と仮定する。計算結果を表に示す。

表1.主観値の更新過程

a）

α=0.5 θ=λ=0.1	経路1			経路2		
	交通量	主観値	客観値	交通量	主観値	客観値
1	43.9468	41.2069	51.6092	56.0532	32.5571	36.7428
2	41.5370	40.8632	44.2160	58.4630	36.9526	39.8130
3	41.3392	42.1253	43.6636	58.6608	38.5849	40.0825
4	41.3228	42.8603	43.6181	58.6772	39.3506	40.1050
5	41.3214	43.2364	43.6143	58.6786	39.7292	40.1068
6	41.3213	43.4251	43.6140	58.6787	39.9181	40.1070
7	41.3213	43.5196	43.6140	58.6787	40.0126	40.1070
8	41.3213	43.5668	43.6140	58.6787	40.0598	40.1070

b）

α=0.5 θ=λ=1.0	経路1			経路2		
	交通量	主観値	客観値	交通量	主観値	客観値
1	42.9802	38.8699	48.4932	57.0198	33.4459	37.9279
2	40.5552	38.4744	41.5503	59.4448	38.1243	41.1778
3	40.5482	39.9985	41.5318	59.4518	39.6586	41.1878
4	40.5468	40.7625	41.5283	59.4532	40.4246	41.1897
5	40.5466	41.1450	41.5277	59.4534	40.8074	41.1901
6	40.5466	41.3363	41.5276	59.4534	40.9988	41.1901
7	40.5466	41.4320	41.5276	59.4534	41.0945	41.1901
8	40.5466	41.4798	41.5276	59.4534	41.1423	41.1901

c）

α=0.2 θ=λ=0.1	経路1			経路2		
	交通量	主観値	客観値	交通量	主観値	客観値
1	48.2218	30.8339	68.0709	51.7782	21.4670	32.1903
2	42.6741	29.9133	47.5493	57.3259	25.1678	38.3159
3	41.5636	30.8943	44.2911	58.4364	27.1418	39.7769
4	41.3614	31.8751	43.7252	58.6386	28.3245	40.0521
5	41.3275	32.5921	43.6313	58.6725	29.0780	40.0985
6	41.3222	33.0734	43.6166	58.6778	29.5653	40.1057
7	41.3214	33.3871	43.6144	58.6786	29.8799	40.1068
8	41.3213	33.5892	43.6140	58.6787	30.0822	40.1070

d）

α=0.8 θ=λ=0.1	経路1			経路2		
	交通量	主観値	客観値	交通量	主観値	客観値
1	42.2191	47.1711	46.1830	57.7809	41.6592	38.9044
2	41.3797	48.9574	43.7762	58.6203	45.3498	40.0270
3	41.3268	50.6227	43.6291	58.6732	47.1075	40.0995
4	41.3219	51.6356	43.6157	58.6781	48.1278	40.1062
5	41.3214	52.2536	43.6142	58.6786	48.7465	40.1069
6	41.3213	52.6359	43.6140	58.6787	49.1289	40.1070
7	41.3213	52.8746	43.6140	58.6787	49.3676	40.1070
8	41.3213	53.0246	43.6140	58.6787	49.5177	40.1070

まず、α＝0.5とし、情報の信頼性を変化させた場合、θ＝λ＝0.1としたa）よりも各経路の所要時間は、θ＝λ＝1.0と値を高くしたb）の方が、一致していることがわかる。これより、情報の信頼性が高いほど等時間原則に近づくことがわかる。また、リスク中立型（α＝0.5）であるならば、パラメータの値、初期の主観値に関わらず、主観値は客観値に収束していくことがうかがえる。次に、θ,λの値を一定とし、αの値を変化させた場合、a）,c）,d）より、ドライバーの主観値は次のような性質を示す。

・α＜1/2；主観値は客観値より小さな値に収束する。
・α＝1/2；主観値は客観値に一致する。
・α＞1/2；主観値は客観値より大きな値で収束する。

5．おわりに

本研究では、外部情報を得ることによってドライバーの主観値が、どのように変化するのかという、情報更新プロセスの定式化を試みた。

このとき、分散パラメータが大きくなれば、等時間原則に近づき、リスク中立的であるならば、パラメータの値、初期の主観値に関わらず主観値は客観値に収束することが確認された。