

細街路における交通主体の危険感知モデル

徳島大学工学部 学生員 ○内田 大輔

徳島大学工学部 正会員 山中 英生

徳島大学大学院 学生員 川井 拓也

1 はじめに

わが国の地区内街路には、狭い空間に自動車・自転車・歩行者の混合交通が集中によって劣悪な交通環境を生じている事例が多く見受けられ、自動車の交通量削減、速度抑制に加えて、路側帯などの空間配分制御などの対策が検討されている。こうした対策を設計・評価する上では、街路空間設計と交通状況を考慮した交通環境の評価手法が重要となるため、錯綜現象や沿道住民の意識指標の分析が行われている。筆者らは、道路利用者の交錯時における危険感知をモデル化し、道路利用者の安全感から道路交通環境の評価することを試みている¹⁾。本稿では、ボラードの設置を考慮して、歩行者・自転車・自動車のすれ違い・追い越し時の危険感知のモデル化を試みた。

2 道路利用者の危険感知モデル

図1のように、例として、1人の歩行者と1台の自動車がすれ違う場合を考える。歩行者はある時点で危険性を感知して回避行動を始めるが、この危険感知時点は、衝突時点までに、すれ違いに安全な回避間隔まで回避できなくなると感じる時点と考えることができる。すなわち衝突までの予測時間と、安全回避幅への回避終了までの予測時間との差（これを回避余裕時間と呼ぶ）が一定以下になった時、危険を感知すると仮定できる。

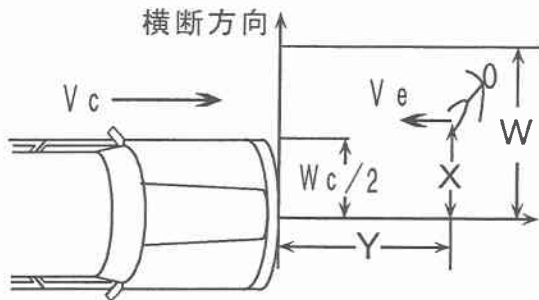


図1 歩行者と自動車のすれ違いモデル

図1のように歩行者が位置 (X, Y) にあり、両者の相対速度 $V = V_c + V_e$ が一定の時、安全回避に必要な位置を W とし、横断方向への回避速度を λ とすると、回避余裕時間は次式で表される。

$$T = \frac{Y}{V} - \frac{(W-X)}{\lambda} \quad (1)$$

危険感知の有無はこの回避余裕時間の一次式による
二次式の判別関数を用いて推定できるとする。

$$F = \alpha T - \beta = \alpha \frac{Y}{V} + \frac{\alpha}{\lambda}(W-X) - \beta \quad (2)$$

なおこの時、安全回避に必要な幅 W は、相対速度と車体幅 B に影響を受けると考え、次式を仮定する。

$$W = B/2 + \gamma V + \delta \quad (3)$$

同様のモデルがドライバー・自転車運転者についても仮定できる。また、追い越し時のモデルについても相対速度が両者速度の差となるだけで同様と考えた。

次に、路側の影響を考慮するため、安全回避幅の内側に車止め等の障害物がある時に、①回避速度が μ だけ低下する。②危険感知時の余裕時間が ν だけ大きくなるとして以下のモデル式を仮定した。

$$F = a \frac{Y}{V} + \frac{a}{(\lambda - u)}(W - X) - \beta - v \quad (4)$$

3 走行実験

モデルのパラメーター推定は、仮設道路上での模擬走行実験時の危険感知観測から行った。写真1のように歩行者・自転車と自動車がすれ違い・追い越し時に、危険の感知を歩行者・自転車運転者・ドライバーがそれぞれ手持ちのスイッチでランプを点灯させる。自動車の速度、通行位置を変化させてこの様子をビデオ撮影し、危険感知時の両者の距離と速度を観測した。被験者は歩行者・自転車に男女大学生・男子中学生、ドライバーに大学生とした。

さらに、路側の霜害物の影響を考慮するため、直径10cm高さ1.0mのプラスチック製の円柱をボラードに見立てて、自動車中心から1.5m、2.0m、2.5m、3.0mの位



図2 走行実験の観測例

置に3m間隔に設置して同様の実験を行った。

4 パラメーターの推定結果

以上の実験から式(3)のパラメーター γ, δ は、 V, X を変化させた時のすれ違い時に危険の有無を、危険を感じる X の境界値を判別モデルから求めることで推定した。さらに、式(4)のパラメーター $\alpha, \beta, \lambda, \mu, \nu$ については、 X, Y, V を変化させた時の危険感知の有無の情報をを用いてやはり判別関数モデルを用いて推定した。

なお、モデルの仮定から全てのパラメーターは正となる。この符号条件を満たしたモデルの推定結果を表1に示す。 μ, ν の値が推定されていないのは、このパラメータが有意でないか、負となる場合である。いずれもモデルも判別関数の有意性を示す適合度指標からみて良好な結果となっている。

安全回避幅の推定モデルについては、歩行者と自転車と異なる傾向となっている。歩行者の場合、追い越して感知者が歩行者のモデルは負の係数があり常識と一致していないが、対面の場合の方が追い越しの場合よりも自動車の速度上昇に伴う回避幅の増大傾向が大きい（ γ が大きい）。自転車では追い越しの方がその傾向は大きいことが言える。これは相対速度の大きさにも関連していると考えられる。

次に危険感知モデルで、ボラードによる危険感知時の余裕時間の増加を示すパラメーター ν の値を見ると、歩行者よりも自転車の場合の方がボラードの影響を大きく受けており、しかもその場合でも運転者よりも自転車運転者の危険感知が大きく影響を受けている（存在しない場合の余裕時間を示す β に対する比が大きい）ことがわかる。

表1 危険感知モデルの推定結果（判別関数による）

モデル	流動主体		歩行者 対 自動車	
	交錯状況		対面 追越	
	感知主体		運転者	歩行者
安幅 全モ 回デ 避ル	パラ	γ	0.047	0.029
	メーター	δ	0.277	0.427
	適合	ウィルキスΔ	0.787	0.690
	度	正準相関	0.461	0.557
			0.646	0.556
危険 感知 モデル	パラ メーター	α	0.559	0.548
		λ	0.759	0.451
		μ		0.004
		ν	0.197	
		β	1.154	0.828
	群 平均 適合 度	危険なし	0.893	0.938
		危険感知	-0.893	-0.938
		ウィルキスΔ	0.558	0.535
		正準相関	0.665	0.682
			0.659	0.580
モデル	流動主体		自動車 対 自転車	
	交錯状況		対面 追越	
	感知主体		運転者	自転車
安幅 全モ 回デ 避ル	パラ	γ	0.002	0.025
	メーター	δ	1.040	0.801
	適合	ウィルキスΔ	0.383	0.359
	度	正準相関	0.786	0.800
			0.661	0.542
危険 感知 モデル	パラ メーター	α	0.743	0.756
		λ	0.423	0.408
		μ		0.121
		ν	0.128	0.061
		β	0.169	0.128
	群 平均 適合 度	危険なし	0.826	0.907
		危険感知	-0.826	-0.907
		ウィルキスΔ	0.594	0.549
		正準相関	0.637	0.672
			0.507	0.446

注) 測定単位 速度m/sec 距離m 時間sec

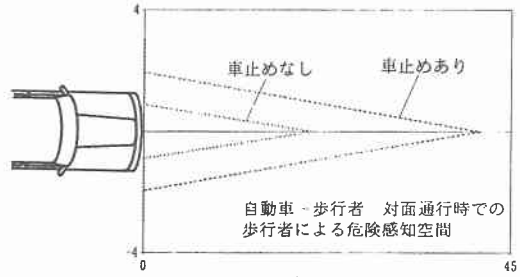


図3 危険感知空間の例

この判別関数モデルを用いると、ある速度の自動車歩行者あるいは自転車を追い越し・すれ違う時、ドライバーあるいは歩行者・自転車が危険を感じる位置を推定することができる。図2はその一例である。今後は、こうした危険感知の推定モデルを用いて、混合交通下にある街路の、道路と交通の安全性を総合的に評価する方法を開発し、速度抑制装置の設置や路側帯等のソフト区分手法の適用効果の評価に应用することを検討している。

1) Yamanaka, Odani, Mitani : Evaluation of Neighbourhood Street Design Considering Safety Sense of Road Users, ISATA 27th, Conf. of Road and Vehicle Safety 1994 Aachen.