

人と車の行動シミュレーション

広島大学工学部 学生員 ○藤原 章正
 広島大学工学部 正 員 門田 博知
 広島大学工学部 正 員 今田 寛典

1. はじめに

従来、道路の計画や設計と言えば、幹線道路や自動車道のことを指していた。しかし、最近、住区道路の計画や設計の重要性も幹線道路と同じように認識されてきた。そこで、本研究は、街路や小交差点の設計や改良および交通規制など交通安全施設計画において、その実施案の評価を計画の段階で検討するため、一つの手法としてシミュレーションを用いることを提案するものである。

2. モデルの概略

街路上では、人と車が相互に作用しながら行動しており、さらにその相互作用をお互いの次の段階の行動決定のための入力情報としていと考えられる。また、この他に街路空間情報も入力情報として重要なものであろう。本シミュレーションでは、街路空間情報として、まず街路空間をメッシュ状に分割し、個々のメッシュの空間特性を人への入力情報とする。そして、個々のメッシュに対して情報が出力され、空間情報が変化していく。このように情報をメッシュ単位で扱うことは、シミュレーションへの空間情報の入力が容易であり、また出力に際しても2次元的な空間イメージと一致するという利点がある。ただし、今回は、特に車の行動に対する人の行動形態を再現するのを主としたため、人から車への方向性は考慮してない。したがって、人の車の行動に対する入力情報は、街路空間情報の一部分であるとする。

そこで、はじめに、車の行動をシミュレーションし、その結果を空間情報に人の行動シミュレーションを実行する。

i). 車の行動シミュレーション

メッシュの大きさを1×1mとし、対象道路を92×32メッシュで設定する。各メッシュは、車道外と障害物、他の車の存在と0、その他を1で表わす。目的地への近づきやすさを、スムージング手法で求まる近接度(Accessibility)で表わし、行動決定は隣接9メッシュの中でこの近接度の最も大きいものを選択するという原則に従って行われる。

ii). 人の行動シミュレーション

メッシュの大きさを0.5×0.5mとし、対象道路を44×22メッシュで設定する。各メッシュは、道路外、障害物、車の影響範囲および他の人の存在を0、その他を1とし、さらに道路構造による安全性を考慮した重みづけによって表現する(図1参照)。行動決定は車の場合と同様である。ただし、車の影響範囲とは、人が横断終了までに車の動き得る距離あるいは急ブレーキによる停止距離である。

3. モデルの定義

$Ac(車) : (I, O, \lambda_c)$ $Am(人) : (I, O, K, L, \lambda_m, \delta)$

・I(インプット) = {I₁: 空間情報, I₂: 目的地への接近性, I₃: 重みづけ(人のみ)}

・O(アウトプット) = {隣接9メッシュの中のいずれか}

231	238	204	204	238	238	272	272	306	306	340	340
231	231	198	198	231	231	264	264	297	297	330	330
224	224	192	192	224	224	256	256	288	288	320	320
217	217	186	186	217	217	248	248	279	279	310	310
210	210	180	180	210	210	240	240	270	270	300	300
203	203	174	174	203	203	232	232	261	261	290	290
196	196	168	168	196	196	224	224	252	252	280	280
189	189	162	162	189	189	216	216	243	243	270	270
182	182	156	156	182	182	208	208	234	234	260	260
175	175	150	150	175	175	200	200	225	225	250	250
168	168	144	144	168	168	192	192	216	216	240	240
161	161	138	138	161	161	184	184	207	207	230	230
154	154	132	132	154	154	176	176	198	198	220	220
147	147	126	126	147	147	168	168	189	189	210	210
140	140	120	120	140	140	160	160	180	180	200	200
133	133	114	114	133	133	152	152	171	171	190	190
126	126	108	108	126	126	144	144	162	162	180	180
119	119	102	102	119	119	136	136	153	153	170	170
112	112	96	96	112	112	128	128	144	144	160	160
105	105	90	90	105	105	120	120	135	135	150	150
98	98	84	84	98	98	112	112	0	0	0	0
91	91	78	78	91	91	104	104	0	0	0	0
84	84	72	72	84	84	96	96	0	0	0	0
77	77	66	66	77	77	88	88	0	0	0	0
70	70	60	60	70	70	80	80	0	0	0	0
63	63	54	54	63	63	72	72	0	0	0	0
56	56	48	48	56	56	64	64	0	0	0	0
49	49	42	42	49	49	56	56	0	0	0	0
42	42	36	36	42	42	48	48	54	45	40	30
35	35	30	30	35	35	40	40	45	45	40	30

図1 重みづけした近接度

- ・K(心理状態) = { K₁:歩道上, K₂:車道内1m, K₃:車道内2m, K₄:車道内3m, K₅:車道内4mまで通行可能, ただし, 人の場合のみ適用 }
- ・L(心理状態) = { L₁:歩き, L₂:走り, L₃:待ち, ただし, 人の場合のみ適用 }
- ・入(アウトプット関数) = { アウトプットを決定する関数 | $O(t) = \text{入}(I(t), K(t), L(t))$ }
- ・ δ (状態関数) = { 状態を推移させる関数 | δ_1 :障害物有, δ_2 :障害物無, δ_3 :通過車両有, δ_4 :通過車両無, δ_5 :許容待ち時間内, δ_6 :許容待ち時間外, δ_7 :許容走り継続時間内, δ_8 :許容走り継続時間外, ただし, 人の場合のみ適用 } (心理状態との関係は推移表(表1)に示す)

表1 推移表

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅		L ₁	L ₂	L ₃
δ_1	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₅	δ_5	L ₁	L ₂	L ₃
δ_2	K ₁	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	δ_6	L ₂	L ₂	L ₁
δ_3	K ₁	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	δ_7	—	L ₂	—
δ_4	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₅	δ_8	—	L ₁	—

各トラザクションには、それぞれ出発地、目的地、対象空間への到着時間、初期心理状態(人のみ)を観測結果に従い乱数発生によって得た値を初期値として与える。

4. シミュレーション結果

i). 車の行動シミュレーション

対象ゾーンへの車の到着時間間隔と速度の分布について、入力データとシミュレーション出力とを比較すると、両者とも到着時間間隔は指数関数型、速度は正規型の分布をなし、平均値においても大差はない(図2, 3参照、カッコ内の数字は平均値)

ii). 人の行動シミュレーション

通行位置別交通量は図4に示すように、また横断歩道利用率では観測値(Input)74.1%、シミュレーション結果(Output)70.3%とほぼ一致する。さらに、人間と設定された空間に応じて行動決定がなされていくプロセスについて現況再現性を検討してみる。図5

実線の1~12ステップでは、待ち時間増加に伴う心理状態Lの変化(L₁→L₂)によるギャップ利用行為、破線は斜め横断行為、1点鎖線の0~2ステップにかけては、障害物存在に伴う心理状態Kの変化(K₁→K₂)による回避行為が表わされている。この他にも走り行為など心理状態を如実に表わしていると考えられる行為は、本モデルにより再現可能であった。

5. まとめ

以上の結果、本モデルの交通安全施設計画への可能性が裏づけられたといえる。しかし、

心理状態の定義の仕方、計算時間の短縮など今一度検討を加えることが今後の課題として挙げられよう。

〈参考文献〉

位寄和久; “建築空間における人間の行動モデル”, オペレーションズ・リサーチ1982年2月号

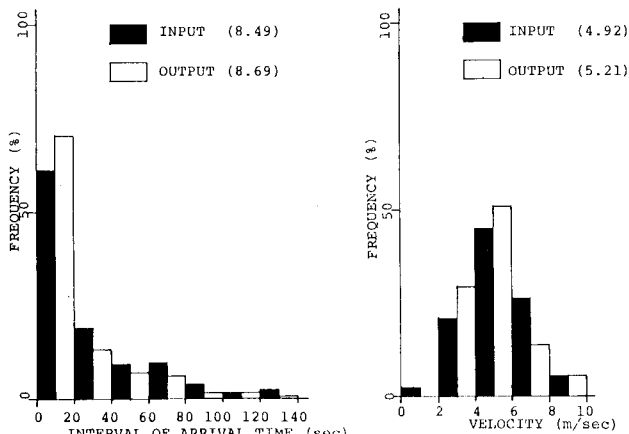


図2 到着時間間隔分布

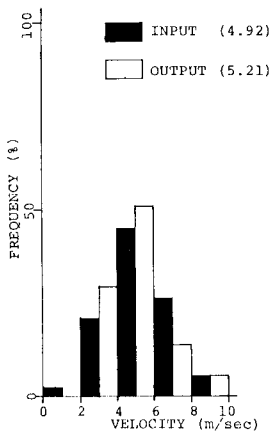


図3 速度分布

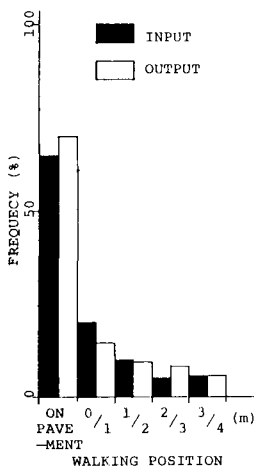


図4. 通行位置別交通量

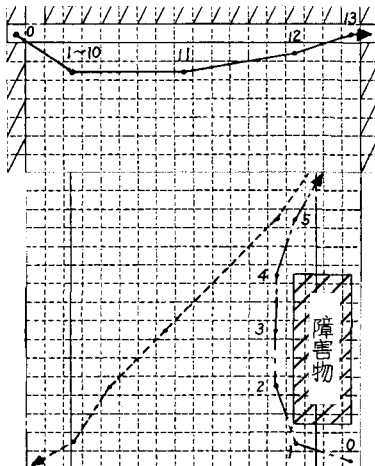


図5. 人の行動軌跡