

自転車・歩行者混合交通のモデルに用いる自転車の加速度測定に関する研究

九州大学大学院 工学府 学生会員 新谷栄朗
 九州大学大学院 工学研究院 正会員 大枝良直
 九州大学大学院 工学研究院 正会員 角 知憲

1. 研究の背景と目的

1978年の道路交通法改正から自転車の「歩道通行可」が盛り込まれて以来、自転車利用者の死亡者数が減じたが、一方で歩道では歩行者と自転車の錯綜が発生し、歩行者の安全が脅かされてきた。そこで我々は歩行者と自転車の錯綜を考慮した群衆流動を制御する方法を検討する。

濱上 (2003)¹⁾は空間をセルに分割して、個人は周囲のセルの状態に応じて行動するマルチエージェントによる群集流の緻密なシミュレーションを行った。本研究では劉(2006)²⁾のモデルを拡張し、歩行者・自転車の挙動をパーソナルスペース (以下 PS とする) で表現し、接触の生じない領域では周囲を考慮する必要が無く、計算量を減少させることができる。さらに PS は実験を行うことで、容易に測定でき、人の行動特性を組み込むことができる。

これまで作成してきたモデルは交通主体の密度の低い交通流を再現するに留まっていたが、今回はさらに密度が高く加減速の多い自転車の挙動を再現するため、自転車加速度の測定を行い、それをモデルに組み込む検討を行うことを目的とする。

2. パーソナルスペースの構成と歩行行動の記述

著者らが提案するPSモデル (図-1) はすべての交通主体の周りに卵型の空間 (PS) が存在すると仮定し、次のように行動を記述する。

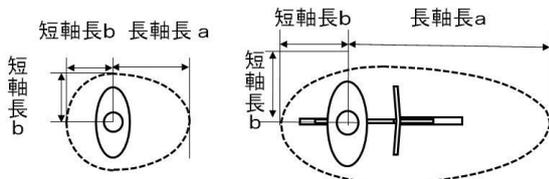


図-1 パーソナルスペース

それぞれPSを持つ2人が接近し、互いのPSが接触しようとするれば、いずれか、または両者が経路を変えてPSを維持する。また密度が大きくなって、どう経路を選択しても初期のPSが維持できなくなることがある。その場合、歩行者はPSを短縮して、同時に速度を減少させる。PSが交通主

体の寸法近くまで縮小する場合には停止するとしたものである。本研究では自転車のPSについても歩行者と同様に卵型と仮定し、歩行者と同様の行動を行うとした。

表-1 はこれまでの測定実験により得られた歩行者および自転車のPSの避ける対象・方法毎の長軸長、短軸長である。また図-2 は自転車の障害物に対する減速とPSの長軸長の関係について表している。減速については歩行者も同様の測定を行っている。

表-1 PSの長軸長・短軸長

自転車				歩行者			
対象	方向	長軸(m)	短軸(m)	対象	方向	長軸	短軸
対自転車	すれ違い	6.09	0.6	対自転車	すれ違い	4.28	0.33
	追い越し	3.16	0.59	対歩行者	すれ違い	3	0.42
対歩行者	すれ違い	5.7	0.98	対障害物	回避	2.8	0.5
	追い越し	4.64	0.77				
対障害物	回避	5.98	0.83				

ここで歩行者対歩行者, 歩行者対障害物のデータは劉 (2007)²⁾ のデータを引用した。

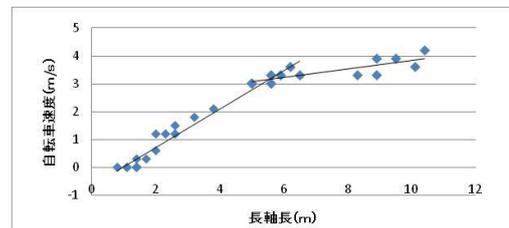


図-2 自転車の減速

表-2, 表-3 は表中の A と B を対象に t 検定を行った結果である。これらにより避ける方法・対象によって PS の長軸長, 短軸長がほぼ等しいことや異なることが判明した。

表-2 避ける方法の違いによる長軸長・短軸長の t 検定結果

	A	B	長軸	短軸
対自転車	すれ違い	追い越し	棄却	採択
対歩行者	すれ違い	追い越し	棄却	採択

表-3 避ける対象の違いによる長軸長・短軸長の t 検定結果

	A	B	長軸	短軸
すれ違い	対障害物	対自転車	採択	棄却
	対自転車	対歩行者	採択	棄却
	対歩行者	対障害物	採択	採択
追い越し	対障害物	対自転車	棄却	棄却
	対自転車	対歩行者	棄却	棄却
	対歩行者	対障害物	棄却	採択

3. 自転車加速度の測定実験

実験の条件については以下に示す通りである。また実験の様子は図-3に示した。



図-3 自転車加速度測定実験

実施日時：2009年12月4日午後
 実施場所：伊都キャンパス3号館下の広場
 天気：晴れ（風の影響は無いと思われる）
 人数：9人（20代男女）
 指示内容：「停止した位置から目安となる線に沿って直進して下さい」
 測定方法：広場に敷いてある30cm四方のタイルを目安に0.2秒ごとの進行方向への速度を測定（発進直後のふらつきの大きいものは除いた）

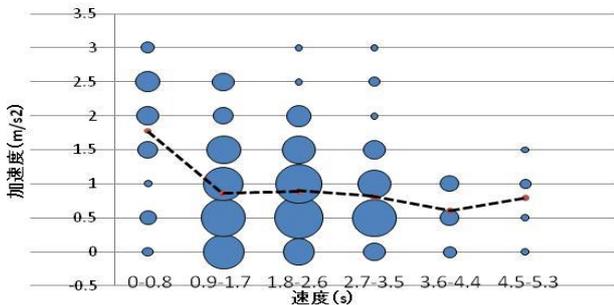


図-4 速度-加速度

表-4 加速度の分布、平均値・分散

0.0-0.8(m/s)		0.9-1.7(m/s)		1.8-2.6(m/s)	
加速度	観測数	加速度	観測数	加速度	観測数
0	2	0	29	0	17
0.5	5	0.5	35	0.5	42
1	1	1	27	1	37
1.5	7	1.5	20	1.5	20
2	8	2	7	2	11
2.5	10	2.5	8	2.5	1
3	3	3	0	3	1
全観測数	36	全観測数	126	全観測数	129
平均値	1.777778	平均値	0.861111	平均値	0.895349
分散	0.734921	分散	0.522556	分散	0.377634
2.7-3.5(m/s)		3.6-4.4(m/s)		4.5-5.3(m/s)	
加速度	観測数	加速度	観測数	加速度	観測数
0	8	0	3	0	1
0.5	34	0.5	6	0.5	1
1	19	1	6	1	2
1.5	9	1.5	0	1.5	1
2	1	2	0	2	0
2.5	2	2.5	0	2.5	0
3	1	3	0	3	0
全観測数	74	全観測数	15	全観測数	5
平均値	0.804054	平均値	1.1	平均値	0.8
分散	0.348066	分散	0.15	分散	0.325

図-4は自転車の速度-加速度の関係を表している。このグラフの求め方はまず0.2秒毎の速度から0.6秒毎の速度を換算した。ここで0.6秒毎の速度は0.2秒毎の観測値から重複して求めているため、0.2秒毎に0.6秒毎の測定値が求められた。この測定値を0.9(m/s)の区間毎に分け、区間の加速度の分布を求めた。以上が図-4の求め方であり、点の大きさはその点に重なる測定値の量、点線の折れ線は区間毎の平均値の変化を表している。表-4ではこの測定の速度-加速度の分布、平均値・分散を示した。

表-5は図-4で求めた区間毎の加速度の平均値が隣あう区間の平均値と等しいか検定を行った結果を示した。この表から最初の区間0.0~0.8(m/s)の区間以外で検定が採択され、平均値が等しいという結果となった。これにより発進直後の加速度はその後の加速度と比べ大きく、その後はほぼ変わらない加速度で速度が上昇していくことがわかる。

表-5 速度に対する加速度のt検定

A	B	t	t境界値	P 両側検定	検定結果
0.0-0.8	0.9-1.7	6.430287	1.974901524	1.402E-09	棄却
0.9-1.7	1.8-2.6	-0.40783	1.969384748	0.6837443	採択
1.8-2.6	2.7-3.5	1.033564	1.971836461	0.3025819	採択
2.7-3.5	3.6-4.4	-1.85867	1.987608241	0.0664548	採択
3.6-4.4	4.5-5.3	1.336699	2.100922037	0.1979718	採択

4. まとめ

今回の測定実験により自転車の加速度のデータを得た。これらの結果から自転車に速度毎に加速度を与え、PSの長軸長については減速から求めた速度-長軸長の関係を用いることにより自転車・歩行者混合交通のモデルに組み込む。

今後は密度の高い交通流をシミュレーションにより表現し、再現性を確認する。

参考文献

- 濱上知樹ら(2003) セル上に配置されたマルチエージェントによる群集流のシミュレーション, 電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌, Vol. 123, pp. 2028-2035
- 劉建宏(2005) 車いす混入による歩行者の交錯と回避行動, 第25回交通工学研究発表会報告集, pp.209-212
- 自転車道等の設計基準解説(1974), 社団法人日本道路協会