

街路空間占有状況評価のための歩行者行動シミュレーション

長野工業高等専門学校 学生会員 竹内 剣

長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保

金沢大学大学院 フェロー 高山 純一

長野工業高等専門学校 学生会員 松本 隆嗣

1. はじめに

歩行者優先街路等の整備にあたっては、歩行環境の改善を目指し、歩車道幅員およびその形状、イベントエリアの設置、樹木や花壇の配置、歩車道の段差、交通規制の導入など、さまざまな街路空間形状パターンが提案されることになる。そこで、街路空間において歩行者がどのような行動軌跡を形成し、歩行空間のどの位置を確保するか、あるいは滞留が生じやすい箇所や危険箇所がどこなのかを事前に明らかにすることで、より望ましい街路形状および交通規制等が検討できる。歩行者行動の既存研究として浅野ら¹⁾は、交錯領域において歩行者は、周辺歩行者との接近コストと静的障害物接近コストの和を最小にするとし、希望する方向に対して時間内にできるだけ長く進むような最適な速度ベクトルを決定するとしている。しかし、様々な街路空間形状やイベントが導入される歩行者道路を評価するために必要な、歩行者交通流の歩行空間内占有傾向まで明示的に予測するモデルとはなっていない。

そこで本研究では、(1)街路空間形状や対面歩行者を考慮した歩行者の「直進」、「停止・滞留」、「左右回避」行動と、街路空間内の占有位置との関係を明らかにする選択行動モデルを構築する。(2)歩行空間をメッシュに分割し、歩行者流を時刻経過とともに連続的に再現することができる動的交通流モデルを構築する。(3)交通流モデルに歩行者選択行動モデルを組み込み、設定した街路形状パターンごとに歩行者行動シミュレーションを行い、街路形状を評価することを目的とする。

2. 歩行者流動実態の計測と分析手順

(1) 歩行者流動計測対象区間の概要

計測対象は長野駅と善光寺を直接結ぶ長野市中央通りを対象とした。計測方法はふれ愛通りに面したマンションから南側街路の約60m区間を対象とし、マンション屋上の高さ約32mから、歩行者のほかに、自転車、バス、自動車の移動状況をビデオ撮影した。計測は2007年から2009年のGW期間中の比較的歩行者量が多い日時で行った。とくに2007、2008年は歩道の拡幅、イベントの設置、交通規制が導入された。

(2) 歩行者流動の分析手順

街路空間における来街歩行者の行動特性を抽出するために、ビデオ画像から歩行者行動軌跡を分析した。まず、ビデオ撮影では、前述のように分析対象となる街路空間の撮影を行い、映像サンプルを入手した。つぎに、斜め上方から撮影した分析対象区間の平面上に、1m×1m間隔相当のメッシュを引くための座標変換を行った。歩行者行動軌跡は、画像計測支援ソフトウェアを用いて1.0秒ごとに歩行者を計測した。

3. 歩行者行動モデルの構築

歩行者の移動軌跡を分析した結果、歩行者の行動は図1のように考えられる。

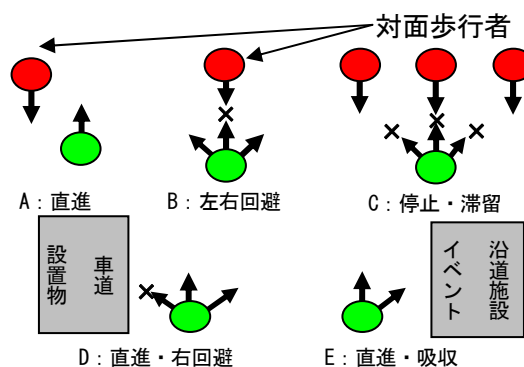


図1 歩行者行動の継続および変更

図1A～Cは、対面歩行者に対する行動を示しており、対面歩行者によって歩行者は直進行動が継続できなくなり、行動を変更する。図1D、Eは、車道側および歩行を妨げる側方設置物を避ける右回避行動、沿道施設およびイベント施設に吸収される行動を示している。さらに歩行者は、上記の選択行動を行い、進行方向に進む場合、車道側の走行車両に近づくのか、沿道施設側に近づくのか、すなわち歩道空間位置を考慮することで、最終的な行動を選択することになる。歩行空間位置の選択肢は歩道をメッシュに分割し、進行方向側のメッシュの集合体を通行帯とした。

以上の歩行者行動選択及び通行帯選択に基づいた歩行者選択行動ツリー構造は、図2のように2段階層型の選択構造でモデル化する。推計結果を表1に示す。表1に示したパラメータの符号から、下位レベルでは、沿道施設や設置物、植樹帯は歩行行動の「側方抵抗」

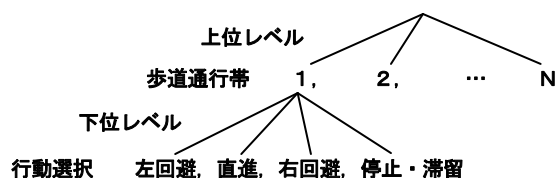


図2 歩行者選択構造ツリー

表1 歩行者行動モデルの推計結果 (sample800)

説明変数		NLモデル推計結果 (t 値)
下位レベル	歩行者量 (α_1)	0.00015 (6.487)
	イベントエリアまでの距離 (α_2)	-0.8553 (-2.226)
	側方抵抗の有無 (α_3)	-0.0651 (-0.168)
	対面歩行者の有無 (α_4)	-1.0981 (-2.687)
上位レベル	歩道幅員 (β_1)	-0.4043 (-2.145)
	車道までの距離 (β_2)	0.6244 (0.772)
	沿道施設までの距離 (β_3)	0.2881 (0.315)
上位スケールパラメータ		1.500
尤度比		0.768

になることがわかる。「対面歩行者の有無」では、対面歩行者が存在する通行帯を避けることがわかる。「イベントエリア」は歩行者を吸収する要素であることがわかる。直進行動の選択肢固有変数である「歩行者量」が増加すると左右回避行動がしにくくなり、歩行者は直進行動を継続しようとするのがわかる。

上位レベルでは、歩道端における選択肢固有変数とした「歩道幅員」は、歩道幅員が拡張されると、歩道端は選択されにくくなるのがわかる。「車道までの距離」及び「沿道施設までの距離」は、同じ符号であることから両要素はトレードオフの関係が成立していることがわかる。車道までの距離の係数が大きいことから、歩行者は歩道の中央付近からやや沿道よりを選びやすい傾向があることがわかった。

4. 歩行者行動シミュレーション

歩行者行動は、メッシュで分割された歩行空間を、表1に基づく歩行者効用によって歩行者が通過メッシュを決定し移動することを再現する。移動の再現では、1メッシュの移動を1ステップし、各メッシュの歩行者の通過数をカウントする。交通流再現フローを図3に示す。このモデルでは、上り下り双方向の歩行者を発生させている。これにより、お互いを回避する行動および滞留状況を再現している。

街路形状は縦20m横5mとし、車道側に植樹帯が存在する。100ステップのシミュレーションを行った。街路形状及び結果は図4に示すとおりである。

図4の各メッシュに記載された数値は各横断面の

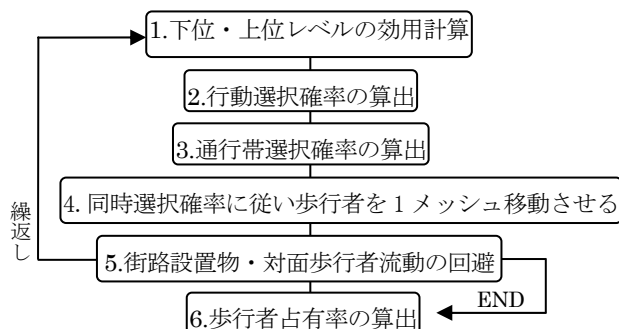


図3 歩行者交通流再現フロー

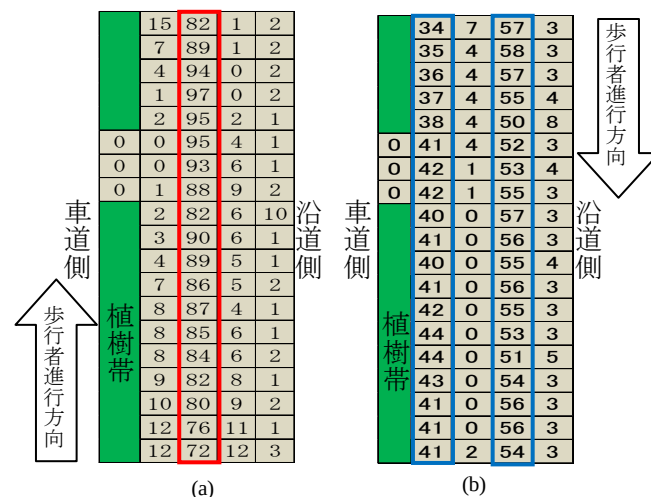


図4 シミュレーション結果

占有率を示している。これは、計測時間内に各メッシュを通過する歩行者量を集計し、歩道のある横断面を通過した歩行者量に対するその横一断面の各通行帯を通過する歩行者量との比を横断面ごとに算出し表示している。(a)図は下から上に移動する歩行者の占有を、(b)図は上から下へ移動する歩行者の占有を表している。(a)では枠内の占有率が連続して高くなっており、直線的な行者流動を形成している。また、(b)では(a)で形成された歩行者流動を避けるように移動していることが見て取れる。(b)の車道側の通行帯は植樹帯から側方抵抗を受けているが、車道から1m離れているため、車道による抵抗が軽減される。このことが原因し、車道寄りの通行帯も選択された。

5. まとめ

知見として、(1)歩行者行動は対面歩行者の存在が行動に強く影響することがわかった。(2)シミュレーションでは、歩行者は歩道の中央を継続して直進するが、対面歩行者を避けるような通行帯選択が再現できた。

発表時には、道路交通条件を変えた複数の街路形状パターンを与え、望ましい街路形状について考察する。

<参考文献>

- 1) 浅野美帆、井料隆雅、桑原雅夫：交錯交通の容量評価のためのミクロ歩行者行動モデル、交通工学、Vol. 43、No. 4、pp. 23-34、2008