

個体差も含めた歩行者シミュレーションに関する研究

名古屋大学大学院 学生会員 中村寛史
 戸田建設株式会社 正会員 杉山 崇
 名古屋大学大学院 正会員 西 淳二

1. 背景と目的

これからの歩行者空間計画は、安全性を考慮した非常時についてはもちろんのこと、快適性を考慮した通常時についても重要であり、計算機を用いてシミュレーションしていく必要がある。しかし既存のモデルは、人間の動きを事前に拘束してしまっているものが多く、現実の歩行者行動に則しているとは言い難い。最近になって、個人が周りの状況を判断するようなモデルが研究成果として提案され始めているが、未だ個人の判断基準の差が含まれているものは見られない。

そこで本研究では、歩行者行動シミュレーションに残されている課題の一つである個人の判断基準の差をモデルに含め、それをより現実の歩行者行動に近づけていくことを目的とする。

2. 歩行時の個体差に関する調査

2.1 歩行者のビデオ撮影およびインタビュー調査

名古屋市営地下鉄東山線本山駅において乗客が電車から降りてホームを歩き、階段を上る過程を通勤・通学ラッシュの時間帯と昼過ぎの時間帯の2回にわたって、歩行者流動に与える影響が少ない位置を選んでホームビデオで撮影し(写真 2.1 参照)、予めその中に含まれていた被験者7名に別の場所でビデオ映像を振り返って見てもらいながら、各被験者が撮影当時どのような状況の元でどのような決断を下す事によって、加速や減速そして方向転換を行っていたのかを細かくインタビュー調査した。その結果、様々な歩行者行動の決断場面が得られたが、既存のシミュレーションに含まれていない「自分の意志による決定」を中心に、次の4場面を抽出した。

- 1) 目的地まで最短経路を歩く
- 2) 下車直後にどちらに行けば良いか分からず一瞬迷う
- 3) 次の歩き方を考える際に自然と歩行速度が落ちる
- 4) 空いている方に進路を取って進めるだけ進む

2.2 アンケート調査

前節にて抽出した4場面について、世代・性別による各決断の発生確率の分布を調べるため、名古屋市民を中心に約2000通のアンケートを配布し、447通(回答率23.2%)の有効回答を得た。その結果、4場面においてそれぞれ図2.1に示すような発生確率の分布を得ることができた。



写真 2.1 ビデオ映像の一場面

次の歩き方を考える際スピードが落ちる

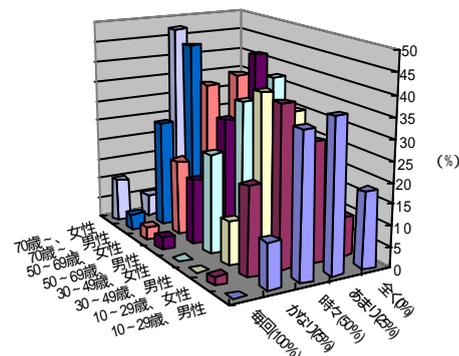


図 2.1 世代・性別による確率分布(例)

キーワード 歩行者行動、シミュレーション、個体差

連絡先 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻 (052)789-3831

3. シミュレーションプログラム

3.1 固体要素

本研究における歩行者を表す個体要素は、清野ら(1998)が提案した個別要素法(DEM)モデルを簡略化したものに、本研究におけるアンケートに基づく個体差を加えたモデルを作成した。人間は自分の周囲の個人空間を守り、他人がその空間に入ろうとするとそれを避けようとする心理が働き、ある一定の距離を保とうとする。この行動原理に基づき、図 3.1 に示すように固体要素半径 $r_i=0.25(m)$ 、固体要素仮想半径 $r'_i=0.98(m)$ 、固体要素仮想バネ定数 $k=6.62 \times 10(N/m)$ と設定し、固体要素仮想バネとして法線方向にのみ反発力を作用させることとした。

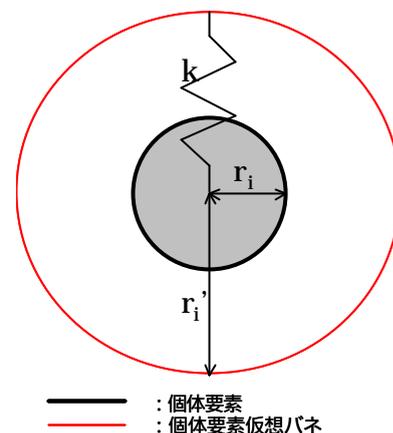


図 3.1 人間のモデル化

3.2 固体要素に作用する各種力の設定

シミュレーション実行にあたっての各種アルゴリズムを以下に示す。

1) 直進および進路変更

階段(ゴール)に到達するまで、現在いるエリアとその次のエリアとの境界線を現エリアでの目的地(ゲート)として力 f_g を加えた。ただし速度が個体要素 i の初期設定速度を超えた場合は、 x 成分と y 成分の比を保ったまま速度を圧縮した。

2) 最終目的地(階段)まで最短経路を歩く

図 3.2 において濃い灰色で示したエリアにおいてのみ進行方向と垂直の力(白矢印、進行方向の推進力の 1/3)を加え、最短経路を歩く様子を近似的に再現した。

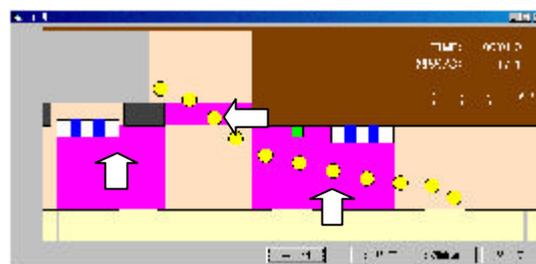


図 3.2 最終目的地までは最短経路を歩く

3) 下車直後一瞬迷う

対象車両の右端の扉から降りる人に限って、扉を出た瞬間から 1.0~2.0 秒の間(ランダムに設定)左右方向の動きを拘束し、さらに歩行速度を初期設定速度の 2/3 と仮定して電車の進行方向と垂直に歩行させた。

4) 次の歩き方を考える際減速する

対象エリア(図 3.2 のホーム空間と階段空間の間のエリア)において $t-1 \sim t$ の時間 $t (= 0.1sec)$ 毎に速度を 10% 減じた。

5) 空いている方向に進路を取る

シミュレーション上では空いている所を探す、即ち前方の近い人を避けることでこの行動を表現した。具体的には、個体要素 i が他の誰とも個体要素仮想バネに関する接触を持たないときに、自分より前方(ゲートに近い)で一番近い個体要素からの力 f_d を進行方向と垂直の方向に作用させた(図 3.3 の場合は上向き)。

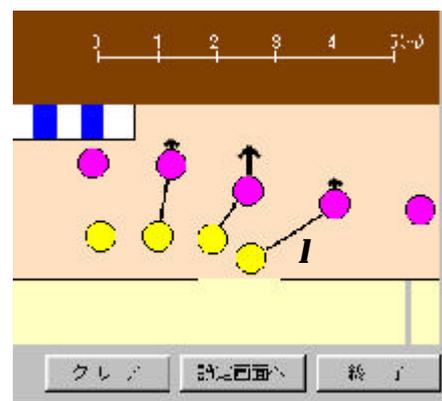


図 3.3 空いている方に進路を取る

4. シミュレーションの比較結果

前章のシミュレーションプログラムを実行した結果、本プログラムは個体差のないものに比べ、特に滞留が大きい時に、より現実の歩行者行動に近いことが確認された。それらを比較したものを表 4.1 に示す。

表 4.1 シミュレーション比較結果のまとめ

		個体差あり	個体差なし
滞留小	排出時間	両者ともビデオ映像に基づく実際の歩行者の排出時間に近い結果	
	歩行者の動き	個体差がないときよりも歩行者の自然な動き	個体差がないため実際とは異なる不自然な動き
滞留大	排出時間	個体差がないものよりも実際に近い結果	実際よりもかなり少ない時間で排出完了
	歩行者の動き	歩行者間の影響が大きく不自然な動きが残る	