

IV-145

歩行進路評価値に基づく群集流動モデルの開発に関する研究

○北海道大学 学生員 泉谷 泰弘
 北海道大学 正 員 千葉 博正
 北海道大学 正 員 五十嵐日出夫

1. はじめに

近年、様々な研究分野において、不確実な要素を含む現象や要因間の複雑な関係を持つ現象の解析手法として、シミュレーションが利用されるようになった。はじめ、工学部門における応用が主であったのが、次第に社会現象の予測問題にまで応用範囲が広がってきている。歩行者流動のシミュレーションはその例の一つである。これまでに駅舎の旅客通路や一般の街路など、群集交通施設の設計・評価の手法の合理化のため、各種の歩行者行動シミュレーションが提案されている。

しかし、これらのシミュレーションにおける歩行者の行動を実際の行動と比較した場合、単純化され過ぎている部分があり、再現性の限界が問題となっている。例えば、後からきた人が前方を歩いている人から受ける影響や、自分と同じ方向へ歩いている人、逆方向へ歩いている人から受ける影響などは、歩行環境から受ける影響よりも歩行者にとって大きいものであると考えられるが、既存の歩行者モデルではそういった要因が評価されていない。

本研究は、個々の歩行者の自然な歩行行動をよく表現し、全体としての流動もよく再現できる群集流動のシミュレーション手法を提示することを目的とする。このために、他の歩行者からの影響を考慮した、個々の歩行者単位での歩行行動モデルを構築し、さらに経路の群集流動のシミュレーションモデルを構築する。

2. モデルの構成要因

日常、我々が街路等を歩行するとき、我々自身が最も意識するのは他人の行動である。向こうから歩いてくる人に向かって歩く人はいない。また、左側通行の群集の対向流がある通路に進んで行くときに、右側通行をする（つまり対向流と直面する）人はいない。向かって来る人に次から次へとぶつかって、進むところではないからである。我々がとる自然な行動は、人の流れに乗ることである。

本研究のモデルでは環境要因として経路の形状を取り挙げ、歩行者の個別的要因として体重・身長などを取り挙げている。また群集の行動特性を表わす集団的要因として、群集の密度や対向者の有無を取り挙げモデルの構築を行なっている。

歩行速度は群集密度の関数として表わされる。このような歩行速度と群集密度の関係を表わすものは種々のものが知られているが、様々な群集密度の範囲に渡って、比較的よく実測例に適合するものであり、かつ簡潔であるという理由から、本研究のモデルでは次式に示すエディングの関数を設定値として採用している。

$$U = 1.499 - 0.394\rho \quad \dots\dots\dots (1)$$

U : 歩行者の歩行速度 (m/sec) ρ : 群集密度 (人/m²)

3. 進路選択行動の表現

本モデルにおいては、歩行者が進路を選択するときは各進路について評価値（これを歩行進路評価値と呼ぶ）を算出し、その値が最も高い進路を選ぶようにしている。具体的には、進路は直進、右前方、左前方の3つで、評価値の算出は次のように行われる。

$$E_i = \sum_j (V_{ij} - U) \cdot W_{ij} \quad \dots\dots\dots (2)$$

i : 選択可能な進路の番号 V_{ij} : i 番目の進路にいる j 番目の歩行者の歩行速度
 j : 判断領域内の歩行者番号 U : 自分の歩行速度
 E_i : i 番目の進路の評価値 W_{ij} : i 番目の進路にいる j 番目の歩行者の重みづけ

以上の理論にもとづき構成したシミュレーションシステムのフローチャートを図-1に示す。

4. シミュレーションの結果

このシステムでおこなったシミュレーションの結果が図-2である。ただし、ここでは歩行者の重みづけ W については具体的な形は不明確であるため、すべての歩行者に等しい単位量を与えてある。

本研究から得られる結論は次の通りである。

① 任意の位置から発生した群集も、進んでいくに従って左側通行の形態を中心としたいくつかの流れを作ることが示されている。実際の群集流動においても、歩行者天国、地下街などを歩く人は左側通行となる。シミュレーションシステムを構成する歩行者行動の基本モデルには、左右どちらかに進まなければならない、しかも左右の進路の評価値が等しい場合に限り左側の進路を選択する、という左優先の機能を与えてある。比較的弱い制約にもかかわらず、左側通行の状態が再現されており、これは現在の道路交通法によって規定されている右側通行の義務などに照らし合わせてみて、興味深い結果が得られているといえる。

② 歩行者は任意の位置から発生するので、中には壁ぎわの位置から現れる者もある。こういった人も、進んでいくに従って壁から離れるような行動をとる。流体でもみられるように、壁面近くでの流速は零であり、現実の歩行者でも袖を摺るぐらい近付いて壁ぎわを歩く人はいない。シミュレーションシステムを構成する歩行者行動の基本モデルでは、壁面を歩行速度零の歩行者とみなすようになっている。このため、進路選択評価値の算出時に壁から離れようとする作用が生じるのである。この機能により、前述の行動が表現されるのである。また、左側通行が再現された区間において、中央部の互いに逆行する流れの境界部分も、壁ぎわの場合と同様、歩行者流は生じていない。これも実際の歩行者の流れと一致するものであり、経路分割型歩行者流動モデルが歩行者の行動をうまく再現しているといえる。

③ ②の成果と関連するものであるが、部分的に、逆行する歩行者の流れが複数存在し、流れが多層化している箇所が見られる。これは定常的な現象ではないので明確に示すことはできないが、実際の歩行者の流れでもこのような現象が生じることがある。この点については従来の流体モデルなどでは表現できなかったもので、本研究のモデルによって得られた成果といえる。

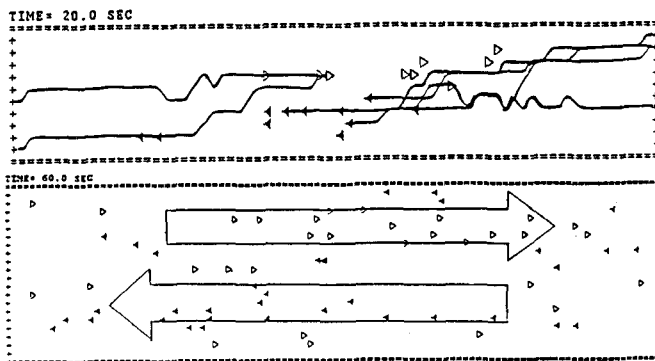


図-2 シミュレーションの結果

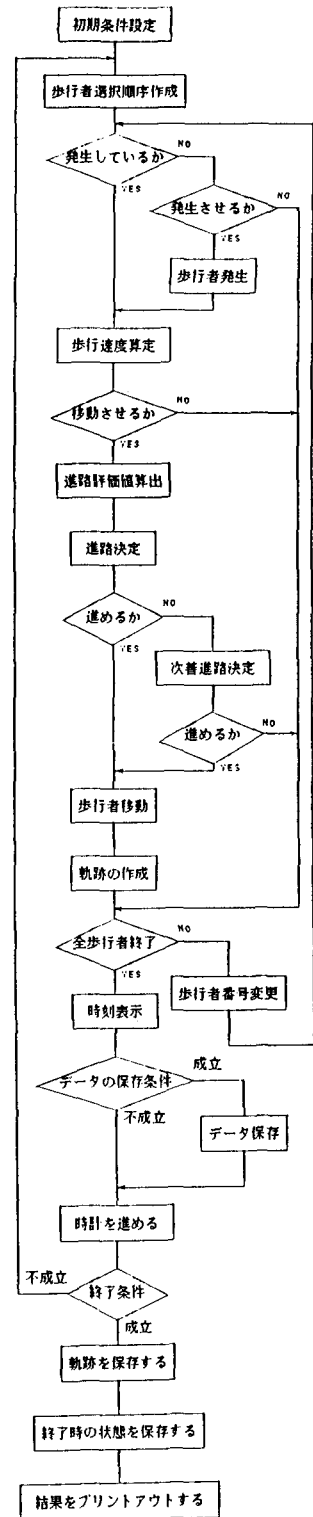


図-1 シミュレーションのフローチャート