

少人数トラッキングデータに基づく 大規模歩行集団シミュレーションモデルの構築

播磨 大輝[†] 前川 廣太郎[†] 延原 肇[‡]
筑波大学大学院システム情報工学研究科[†] 筑波大学システム情報系[‡]

1 はじめに

歩行集団の流れや振る舞いのシミュレーションは、計算機上で手軽に視覚的な予測・分析が可能であるため、都市計画や建築設計および避難活動など様々な分野において注目を集めている [1]。また、CG として緻密な集団行動のシーンを安価に実現できるため、映画やゲーム業界からも注目されている。本研究では、少人数の歩行者のふるまいを撮影した映像から取得したトラッキングデータを解析し、エージェントに実装するための適切なルールマイニングを行い、これらをマイクロ・マクロループに導入することで、大規模歩行集団を高精度に再現できるモデルを提案する。

提案手法は、マイクロ部とマクロ部から構成され、マイクロ部についてはポテンシャル法をベースに、トラッキングデータに基づいて視野やパーソナルスペースといった人間的な特性を導入したルールベースで構成する。さらに、エージェント毎に各特性に差をもたせ、これを個性として表現する。マイクロ部をもつエージェントの人数を増加させ、マップにあわせた大局的なふるまいを制御するのがマクロ部であり、このマクロ部の状況としての混み具合や人流の方向などがマイクロ部の個性に反映され、マイクロ・マクロループが創出されて高精度な大規模歩行集団のシミュレーションが実現できる。

2 提案手法

提案手法の手順・概要を以下に示す。

1. エージェントの基礎となるポテンシャル法の構築
2. 少人数歩行者による予備実験からトラッキングデータを抽出・分析
3. 2. から得られた知見を 1. のモデルに導入
 - 3.1. 人間的な特性の導入
(視野・パーソナルスペース)
 - 3.2. 大局的なふるまいの制御部分の導入

Construction of simulation model for large pedestrian group based on a small number of people tracking data

[†]Daiki Harima [†]Kotaro Maekawa [‡]Hajime Nobuhara
[†]Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

[‡]Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

(追従ベクトル・人密度ベクトル・サブゴール法)

3.3. エージェント数の増加による集団の形成

3.4. ミクロ・マクロループの創出

3.5. マクロ部のパラメータチューニング

(引力定数・斥力定数)

1. のポテンシャル法によるエージェントの移動表現では、図 1 のように障害物や目標地点との位置関係から、クーロンの法則に基づいて進行方向を決定する [2]。

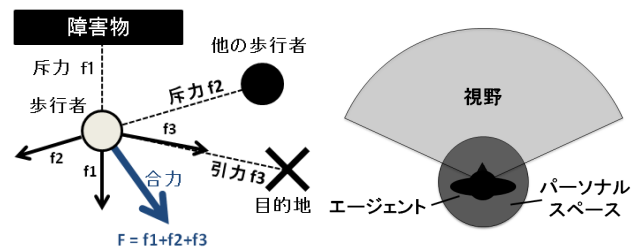


図 1: ポテンシャル法

図 2: 人間的特性

2. の予備実験は、3 章の評価実験と同様の手法で歩行者のトラッキングデータの抽出を行い、1. のモデルで改良すべき箇所を検討する。

エージェントに人間的な特性を持たせるため、3.1. で示したように視野とパーソナルスペースを導入した。平面上での歩行者の視野は、図 2 のような扇型で表され、その中心角は 124 度、半径は 60–90m とされている [3]。本研究では周囲の干渉を受けずに快適に歩行できる感覚的な指標として、パーソナルスペースを直径 75–120cm の円で表される個体距離の遠方相で定義した [4]。なお、これらのパラメータには、歩行者の個性を創出するため、正規分布に従った乱数を代入する。

3.4 のマイクロ・マクロループの創出に関して、実際の歩行では、大局的な集団の動きや様子が歩行者の行動に影響を与えていることが実験からも明らかであった。そこで本研究では、エージェントの局所的なふるまいのボトムアップによって集団を再現するだけでなく、大局的な現象からトップダウン的に各エージェントの行動に影響を与えることで、図 3 のようなマイクロ・マクロループを形成する。

大局的なふるまいの制御として、3.2. にもあるように、追従ベクトル・人密度ベクトル・サブゴール法の 3

つの要素を導入する．人が高密度に集中しているところでは，歩行者の流れが観察される．本手法では追従ベクトルを導入し，自分と同じ方向へ進む歩行者の後に付いていこうとする人流を表現する．また，このような混雑した場所に歩行者が差し掛かると，周囲の歩行者による影響を受けて歩行速度が変動する．そこで，周辺の人々の密度による歩行速度の変化をモデルに反映させるため，人密度ベクトルを導入した．ところで，歩行者はそれぞれの目的地への最短経路を進むのが基本だが，その方向が混雑している場合や障害物で遮られている場合には，それを回避する別の地点を目指して進路を取っていることがわかる．本手法では最短経路を進むのが困難な場合に，本来の目的地と視界内の障害物情報から算出したサブゴールを設定することでこれを表現した．

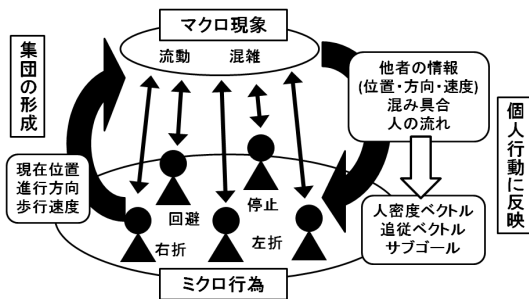


図 3: ミクロ・マクロループ

3 評価実験

屋内に図 4 のようなフィールドを用意し，いくつかの状況下で，少数の歩行者による撮影実験を行って，トラッキングデータを取得した．設定した状況は，幅 2m 長さ 10m の廊下において，中央に障害物を設置して一方向に進む場合，両端からそれぞれが逆端に向かってすれ違う場合の 2 パターンである．次に評価実験として，これらと同じ状況を本モデルで再現し，実験結果とシミュレーション結果で比較を行った．図 5, 6 はそれぞれの軌跡である．提案手法はオリジナルのポテンシャル法に比べ，実験から得られた実際の歩行者の軌跡に近いものとなっていることがわかる．

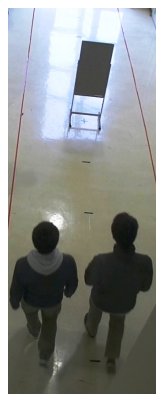


図 4: 撮影実験の様子

最後に，本モデルを用いて 100 人の歩行者による大規模歩行集団シミュレーションを行い，Unity 上で動作を観察した．図 7 はその 1 シーンである．集団が群れを成し，自然な集団歩行を行っていることが確認できた．

4 おわりに

本研究では，よりリアルで大規模な歩行集団シミュレーションモデルを構築するため，小規模トラッキングデータを利用して構築した新たなモデルを提案した．本手法の小規模での妥当性は，実際の歩行者から取得したデータを用いた評価実験により確認した．その上で，エージェントを 100 人に増やした大規模なシミュレーションを行った．

今後の課題としては，さらなるリアリティの追求と評価手法の確立が挙げられる．

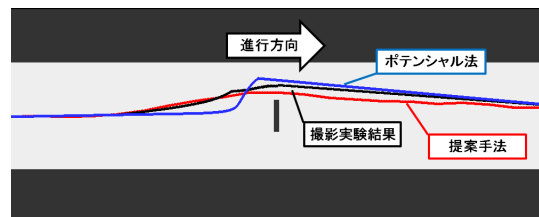


図 5: 実験結果 (障害物回避)

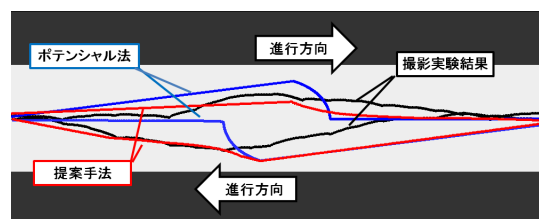


図 6: 実験結果 (すれ違い)



図 7: 大規模歩行集団シミュレーションの実装の様子

参考文献

- [1] 南一久, 村上陽平, 他 ”マルチエージェントシステムによる避難シミュレーション”, 第 16 回人工知能学会全国大会 (2002)
- [2] 松原仁, 野田五十樹, 他 ”ロボット情報学ハンドブック”, ナノオプトニクス・エナジー出版局 (2010)
- [3] 応用物理学会光学懇話会, ”生理光学-眼の光学と視覚-”, 朝倉鑛造 (1975)
- [4] Boris S.Pushkarev, ”Urban Space for Pedestrians”, MIT Press (1975)