グループ歩行を考慮した歩行シミュレーションの研究

河津さえか† 和泉信生†

従来の研究では群衆同士の衝突は行われているが、グループ同士の衝突が行われたものがない。本研究では、グループの交差を扱った歩行者シミュレーションを実装し、グループ衝突と群衆衝突の違いを分析する研究を行った。

キーワード：歩行シミュレーション，グループ

Study of walking simulation in consideration of the group walking

KAWATSU SAEKA† IZUMI NOBUO†

Collision of the crowd each other in previous studies have been performed, but there is no collision of the group with each other is performed. In the present study, implement the pedestrian simulation using the intersection of group, and a study was conducted to analyze the differences between the groups crossing and crowd crossing.

Keywords: Walking simulation, Group

1. はじめに

都市開発や集団避難などの必要性から、歩行シミュレーションの研究は盛んに行われている。その中でも、群集歩行シミュレーションやグループ歩行シミュレーションなど、集団を扱ったシミュレーションに関する研究は多い。しかし同じ集団でありながらも、グループ歩行者同士の交差を扱った研究はあまり見かけない。本研究ではグループ同士の交差を扱った歩行者シミュレーション作成し、グループ交差と群衆交差との違いの分析を行う。

2. 研究と関連研究

2.1 背景

歩行シミュレーションとは、とある環境下にある歩行者の挙動をコンピューター上にて模擬･実験することを指す。シミュレーションを利用することで、低コストかつ低リスクで、現実で再現することが難しい状況で行われる歩行の様子を、視覚的に予測・分析することが可能になるからである。現在行われている歩行シミュレーションは、都市開発を始め、デパートや駅などの大型施設、または地震や津波などの避難シミュレーションが多い。それらの歩行シミュレーションでは群集を対象としたものが中心である。それに対し、グループを扱った研究はグループ単体を扱ったものが多く、グループの集団を対象とした研究はあまり見られない。本研究ではグループの集団を考慮したシミュレーションを研究する。

図 1 シミュレーションの一例
Figure 1 Example of a simulation

2.2 関連研究

グループ歩行と群衆歩行に関する、2 つの研究を紹介する。まず、グループ歩行の研究に関しては、矢嶋らによる「複数歩行グループ歩行者を考慮したシミュレーションモデルの構築と考察」がある[1]。この研究は複数グループ行動を考慮したモデルを構築し、そのモデルを用いて大型ショッピングモールにおける歩行者流の分析を目的としている。この研究にて登場するグループは、2 人組という小規模なものであるものの、歩行者流の中にグループが存在しており、通路に置かれた案内板による歩行者流の変化を研究している。

次に、群衆歩行に関する既存研究としては、播磨らによる「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」がある[2]。この研究では少

† 崇城大学
Sojo University

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan

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、これらを導入することで大規模歩行集団を高精度に表現できるモデルを提案している。

3. 提案

本研究では、以下の 4 つを提案する。

- リーダーがメンバーを置いていかない
- メンバーがリーダーの進行を阻害しないように追いかける
- メンバー全員がゴールを通過してからゴールしたと扱う
- グループ、メンバーの数を自由に設定できる

1 つ目はリーダーがメンバー全員との距離を把握し、距離に応じて速度を変更するようなシステムを提案する。2 つ目は先ほどとは逆に、メンバーがリーダーとの距離を把握し、一定以上距離が縮まった時に移動を止めるシステムを提案する。3 つ目は、リーダーがメンバーの目的地への到達状況を管理するシステムを提案する。最後の 4 つ目は、プロパティ等で変更できるようにするシステムを提案する。

4. 実装

本章ではシミュレーションに実装したシステムの概要を述べる。

4.1 開発環境

今回実装するにあたり、Unity Technologies が開発したゲームエンジン Unity を用いてシステムを実装した。Unity は windows や Android、PlayStation3 などマルチプラットフォームに対応したゲームエンジンである。本研究では、歩行者の目的地への移動や歩行者同士のすれ違いなどを、Unity 内にあるナビゲーションシステムを利用して表現した。

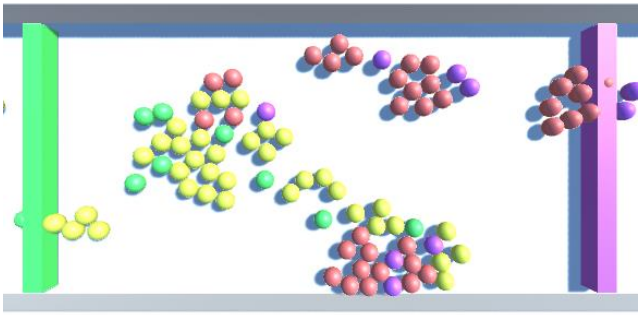

図 2　グループ交差の様子
Figure 2　State of the group crossing

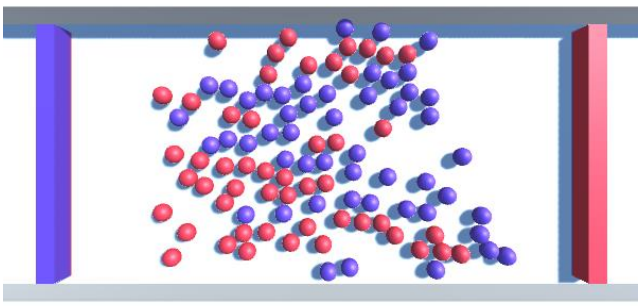

図 3　群衆交差の様子
Figure 3　State of the crowd crossing

4.2 実装内容

グループ内にてリーダーとメンバーに役割を分ける。リーダーは各グループにて一人のみであり、生成されたときに目的地が設定される。リーダーは常にグループの先頭に立ち、メンバーを目的地まで先導する役割を持つ。それに対し、メンバーは常にリーダーを追従する役割を持つ。メンバーはリーダーの進行を阻害しないよう、リーダーとの距離が一定以上狭まったら、立ち止まる。

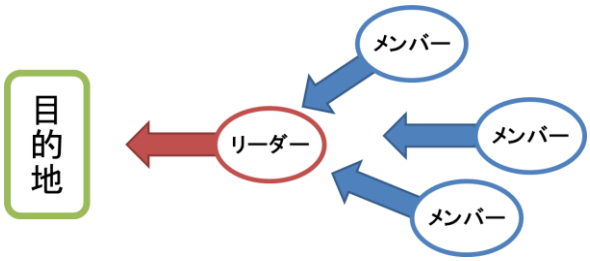

図 4　グループ内の役割
Figure 4　Role in the group

4.3 リーダーの行動について

リーダーは自身のグループメンバー全員との距離を管理し、最もリーダーと距離が離れているメンバーを基準に速度を決定する。もしリーダーと最も離れたメンバーの間に一定以上の距離ができた場合、リーダーはそのメンバーとの距離が一定以内に狭まるまで待機又は速度を下げる。一定以内に距離が狭まった場合、再び通常の速度に戻す。この距離についてはグループの規模によって変動する。

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan

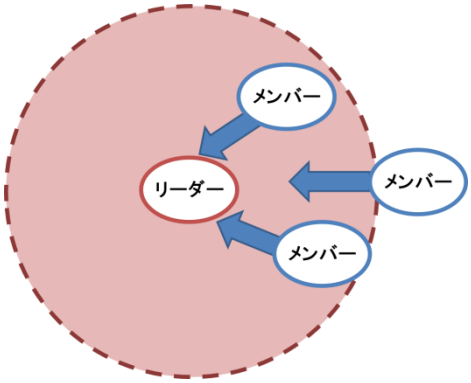

図 5　リーダーの待機
Figure 5　Leader is waiting

4.4 群衆交差について

1 人 1 人独立した歩行者が、各人定められた目的地へ移動する。到着の判定については、目的地を通過した歩行者を、到達したものとして扱う。生成から到着までの流れを、下の図 6 を用いて説明すると、紫の歩行者は緑側のゴールライン上で生成され、紫のゴールライン上にランダムで定められた目的地に向かって移動を開始する。紫色のゴールライン上に生成され、緑色のゴールラインの目的地へ移動している、緑の歩行者の間を進んでゆき目的地に到着する、という流れになる。

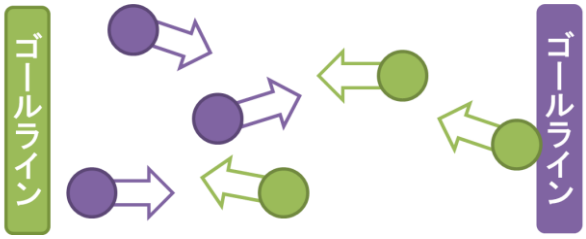

図 6　群衆交差の例
Figure 6　Example of crowd crossing

4.5 グループ交差について

ゴールライン上にて、グループ単位で（厳密にはリーダーを生成したのち、同時にリーダーがメンバーを生成）生成される。そして群衆交差と同様、目的地はゴール地点上でランダムに決定されており、リーダーが目的地へ、その後ろをメンバーが追従する形で移動を開始する。到着の判定については、リーダーが目的地を通過しており、かつそのメンバー全員がゴールラインを通過しているグループを、目的地に到着したものとして扱う。

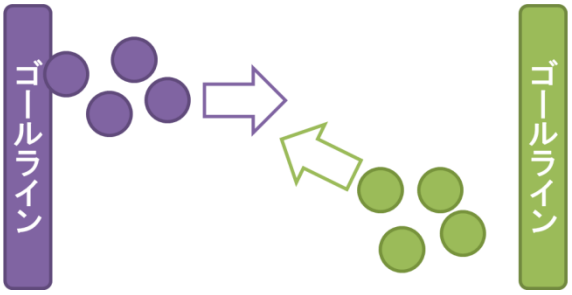

図 7　グループ交差の例
Figure7　Examples of group crossing

これらの行動を実装したグループ集団同士を 1 つの通路で交差させ、それぞれ目的地の到着時間を計測し、群衆と比較する。

5. 実験と結果

5.1 実験内容

まず、群集交差とグループ交差の比較では、5 人組のグループ 10 組同士の交差シミュレーションを 10 回行った。次に群集交差では先ほどのグループと同規模の 50 人同士を 10 回交差させ、時間を計測した。計測については、グループ交差は 1 組目から 10 組すべてのグループが目的地に到着するまでの時間を、群衆交差はグループの組数から割った人数、5 人おきに時間を取得した。
次に、グループ規模の変化による到着時間の変化の比較では、1 グループの人数を 3、5、8 人に変更し、それぞれ 10 回シミュレーションを実行した。

5.2 結果

グループ交差と群衆交差の計測結果を図 6 に示す。

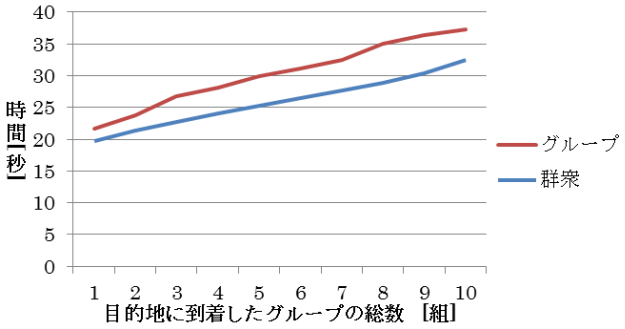

図 8　グループ交差と群衆交差の到着時間の比較
Figure 8　Comparison of the group crossing and crowd crossing of the arrival time

図 8 を元に、グループ交差と群衆交差の到着時間を比較すると、グループと群衆の 1 組目の到着時間の差はあまりないものの、最後の組が到着した時の時間の差は大きく開いている。よって、群衆と同規模でありながらもグループは、全てのグループが到着するまでにそれぞれに遅れが発生していることが分かる。

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan

次に、グループの規模の変化による到着時間の比較を行い、計測結果は図 9 になった。

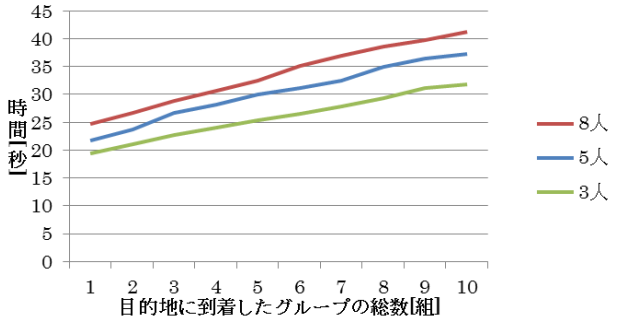

図 9　グループ規模の変化による到着時間の比較

Figure 9　Comparison of the arrival time due to a change in the group scale

グループ規模が大きくなるにつれグラフの傾きが大きくなっていることから、グループ人数が増えるにつれて到着の遅延が大きくなっていることが分かる。

6. 考察

今回、グループ規模の設定について、グループ人数やグループの生成速度の調整、グループ規模のランダム生成など、比較的自由に設定できるシミュレーションが実装できた。これに加え、グループと群衆を同時に生成するようなシステムを実装すれば、簡易的ではあるが、現実的な歩行者集団を生成することが可能になる。

しかし、関連研究で紹介した研究に実装されていた、パーソナルスペースや視野などを本研究では歩行者に実装していないため、本研究の歩行者一人一人の再現性に対する精度はまだ不十分と考えられる。また、若者のみや高齢者、ベビーカーを押しているなど、グループを構成している歩行者によって移動速度が変化するため、歩行者に属性を付加して個別化する必要がある。

7. まとめ

今回、集団歩行シミュレーションを実装することにより、群衆交差とグループ交差の比較することができた。

今後の課題として、

- 歩行者にパーソナルスペースを設定する
- グループを一つの塊と認識し、それを避ける行動を実装する
- 各歩行者に個性を設ける

以上の 3 つを今回作成した集団歩行シミュレーションに取り入れたい。

参考文献

[1] 矢嶋 雅倫，佐野 友紀，「複数歩行グループ歩行者を考慮したシミュレーションモデルの構築と考察」，日本建築学会大会学術講演梗概集，E-1、建築計画Ⅰ、各種建物・地域施設、設計方法、構法計画、人間工学、計画基礎，P739-740，2010
[2] 播磨大輝、前川廣太郎、延原肇、「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」、情報処理学会 第 76 回全国大会講演論文集、2014

ⓒ2016 Information Processing Society of Japan