

ペア歩行を考慮した歩行モデルとシミュレーション

02005800 東京工業大学 * 大野 将春 OHNO Masaharu
01302440 東京工業大学 高橋 幸雄 TAKAHASHI Yukio

はじめに

一人一人の歩行者が歩行流全体にどのような影響を与えるかを見る、ミクロな視点によるモデルが [1, 2, 3] で提案され、シミュレーションによって、低密度のみならず相当の高密度でも回避・追従・追越といった歩行者行動がかなりうまく表現されることが確認された。しかしこのモデルは単独の歩行者しか扱えない。実際の歩行流ではグループ歩行が多く見られ、たとえば [1] による渋谷駅ハチ公前交差点での実測データでも、平日 42%・休日 65% という高い割合が報告されている。そこで、グループ歩行をモデルに取り込む第一歩として、2人のグループ、つまりペアの歩行者をモデルに取り込むことを試みた [4]。本稿ではこのモデルによるシミュレーション結果の一部を報告する。

基となる歩行モデル

[3] で提案された歩行モデルは、概略、つぎのようなものである。

歩行者の形状を円とし、各歩行者に半径、自由歩行速度、最大速度比、最大パーソナルスペース比、目的地、サーチ距離係数の情報を与える。歩行は、微小時間毎に速度ベクトルを決定し、それに基づいて歩行者を動かすことで表現する。速度ベクトル決定のアルゴリズムでは、人間の視野に相当する情報空間を設定し、この空間に入る歩行者との衝突の可能性を判断する。そして非衝突領域の中で歩行のしやすさを表すポテンシャルが最も高くなる速度ベクトルを選択する。

さらに、高密度下での膠着状態を防ぐために、アイコンタクトによる優先権、および相手の希望する速度ベクトルを考慮した予測（速度ベクトル認識補正）、などによってモデルの改良がなされている。

ペア歩行モデル

ペア歩行をモデルに採り入れるにあたり、まず考えられるのは、ペア歩行者を単独歩行者の約2倍の大きさの体をもった1人の歩行者として扱うことである。これは従来のモデルがそのまま利用できるため手軽ではあるが、歩行者密度が高くなると必要以上に歩行流のスムーズな流れを阻害しがちであり、適当でない。そこでここではペア歩行者も2人の独立した意思決定

者として扱うモデルを指向する。

ペア歩行者には単独の歩行者としての情報の他に、ペア固有の情報を与える。今回ペアの情報として、

- ペアの種類（恋人同士・友人同士）
- 親密度

の二つを与えた。親密度は、ペアの二人の離れにくさ・ペアの形状の直りやすさの尺度となる。親密度は友人同士よりも恋人同士のほうが高く設定される。ペアの2人の目的地は同じとし、自由歩行速度は遅いほうにあわせる。

ペアの挙動

ペア歩行者は、原則としてパートナーと一定の距離を保って並んで歩行する。パートナーとの最適な距離は親密度により与える。

他の歩行者を回避するときも、極力離れずに歩行を行えるよう、余裕があればパートナーと並んで回避行動するよう衝突領域を設定する。また混雑時には、ペアの二人がパートナーを気にしつつ個々に回避を行う場合（友人同士）と、ペアの片方がパートナーに追従する形で回避を行う場合（恋人同士）の二通りを考える。

他の歩行者を回避するためペアの形状が乱れたときは、もとの形状に戻るよう速度ベクトルが調整される。このときの戻りやすさも親密度の関数として与える。

ペアに対する挙動

ペア歩行者に対して、他の歩行者はなるべくペアの間を割って通らず、ペアの脇を通って歩行するよう衝突領域を設定する。ただし、非常に混雑しているときはこの限りでない。

シミュレーション実験

ペアの歩行者が歩行流に入ることの影響をみるために、ペア歩行者の割合・歩行者の到着率を変えてシミュレーション実験を行った。

歩行空間の大きさは長さ 60[m]、幅 20[m] とし、歩行者は対向する二方向からポアソン過程により発生する。歩行者の持つパラメータ・発生位置は乱数により与える。単独歩行者の平均歩行速度は 1.36[m/s]、ペア歩行者の平均歩行速度は 1.19[m/s] である。シミュレーションクロックは 0.1 秒とし、各ケースとも実時間 100 分間に相当する時間シミュレーションを行った。

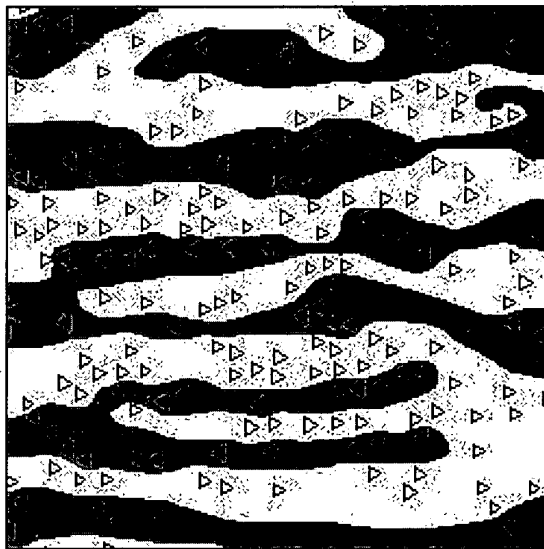


図 1: シミュレーションの様子 (ペア率 0.0)

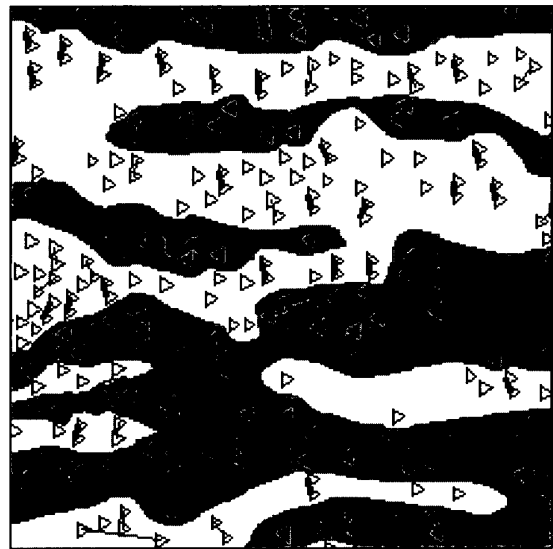


図 2: シミュレーションの様子 (ペア率 0.5)

表 1: 到着率・ペア率による歩行時間 (秒) (単独の歩行者)

ペア率	0.0	0.25	0.5	0.75	1.0
到着率 2.0[人/s]	49.59 ± 1.59	50.19 ± 1.68	50.54 ± 2.13	51.29 ± 2.98	
到着率 3.0[人/s]	51.78 ± 1.59	52.88 ± 1.79	54.24 ± 2.10	55.39 ± 2.56	

表 2: 到着率・ペア率による歩行時間 (秒) (ペアの歩行者)

ペア率	0.0	0.25	0.5	0.75	1.0
到着率 2.0[人/s]		57.78 ± 3.82	58.41 ± 3.46	59.14 ± 3.09	59.66 ± 2.96
到着率 3.0[人/s]		61.19 ± 3.52	62.68 ± 3.90	63.75 ± 2.95	65.47 ± 3.82

実験結果

シミュレーションの様子を図 1、2 に示す。図 1 はペア歩行者がない場合、図 2 はペア歩行者が半分を占める場合である。

ペア歩行者がいる場合は歩行速度が落ちるため、図中の歩行者の数は多くなる。それに加え、歩行者の散らばり具合にムラがある。

どちらの場合も隊列化現象がみられるが、その形状にはかなり違いがある。ペア歩行者がいる場合はない場合より隊列の幅が広く、また隊列は乱れがちである。サンプリングによる計測では、隊列の幅はおおよそ 1.6 倍であるが、これはペアの歩行者が流れに対して横に並んで歩行するため、隊列の幅を広くすることが主たる原因と考えられる。さらに隊列化の乱れによる歩行速度の減少も無視できない。表 1、2 は、それぞれ単独の歩行者・ペア歩行者が 60[m] の歩行空間を通過するのにかかった時間を示しているが、ペア歩行者

がいる場合の平均歩行速度の減少は、混雑が激しくなるに従って大きくなっていることが読みとれる。

参考文献

- [1] 和田剛, "渋谷ハチ公前交差点における横断者の歩行分析", 東京工業大学, 情報科学科, 1998 年度学士論文, 1999.
- [2] 岡田公孝, 和田剛, 高橋幸雄, "個人行動をベースにした歩行モデルと歩行流シミュレーション", 日本 OR 学会, 2003 年春季研究発表会, 2003.
- [3] 岡田公孝, 高橋幸雄, "個人行動をベースにした歩行モデルと高密度シミュレーション", 日本 OR 学会, 2004 年春季研究発表会, 2004.
- [4] 大野将春, "ペア歩行を考慮した歩行モデルとシミュレーション", 東京工業大学, 情報科学科, 2003 年度学士論文, 2004.