

2ZD-06 群集に見られる歩行パターンとアニメーション化*

加藤 光 日下部 学 上田 穰
会津大学†

1 はじめに

ここ数年の間に、コンピュータ・グラフィックス（以下CG）の分野は、コンピュータ・ハードウェアの著しい性能向上や、優れたアルゴリズムの開発によって、近年まれに見る発達を遂げた。今日、CGは映画製作やデザイン、テレビコマーシャルなどの多数の分野で使用されている。その中でもコンピュータ・アニメーションは最も注目されている分野であり、その需要はますます増えている。

しかし、コンピュータ・アニメーションを製作するには、熟練したアニメーターでもかなりの時間と労力を必要とする。一人のキャラクターだけではなく、複数のキャラクターに動作を設定すると、作成時間も当然急激に増加し、ビジネスでアニメーションを作成する場合には、当然時間に応じて製作コストも莫大なものになってしまう。よって、いかに時間と労力を掛けずに質の高いシーンを作成するかは、アニメーションにおいて重要なことである。

多数のキャラクターをアニメーションするために、自律行動シミュレーションと呼ばれる手法がよく用いられている。これは、各キャラクターが周りの環境に応じて適切な行動をとるようにプログラムで設定し、それを自動的にアニメーション化するものである [1] [2]。群衆シミュレーションでは、各キャラクターは周りの状態から自分の行動を決定する。よって、キャラクターの数が増えるに伴い、シミュレーションの計算時間も急激に増えてしまう。

2 歩行者の動きの分析

人は周りに障害物がない場合、何の支障もなく自由に歩くことができる。しかし、自分の周りが混雑している時は、周りの状況を考慮して歩かなければならない。前方の歩行者が遅いので右側から追い越そうとか、詰まっているので歩く速度を合わせようとか考えるかもしれない。周りの状況に応じて、歩く方向、障害物と

の間隔、速度などが決定される。おそらく、私たちはあらゆるパターンに対して、適切な行動で対応することができるだろう。この事を忠実にコンピュータ上で再現するのは極めて大変な作業である。

そこで私たちはまず始めに、群衆の歩行パターンを研究するために、会社・学校の通勤で人が込み合う駅周辺の横断歩道及び駅内の通路において、デジタルビデオで群衆を撮影し、それらを観察することにした。2階から1階を見下ろすような位置で約30分間撮影した。若い人（30歳以下）、中年（30～60）、お年寄り（60歳以上）の3つのグループに分けた。これをもとに、以下のことを群衆シミュレーション・プログラムに取り入れた。

- 若い人と中年の回避率に大きな違いは見られない
- グループで行動する歩行者よりも単独でいる歩行者の方が回避率が高い
- お年寄りは若者と中年の人達よりも運動能力が低下しているため回避率が低い
- 約1～2メートルくらいから回避行動を起こす
- 前方にスペースがない場合、前の集団に速度を合わせる事が多い

3 歩行者の観測範囲

まず、各歩行者は自分を中心とする半径1.5メートルの半円内を観察するようにする。次に幅1メートルの範囲に他人が存在するときに、その混雑の度合い・スペース状況に応じて回避行動または速度変化を行う。図2は、その観測範囲を示している。自分の速度ベクトルと相手との方向ベクトルにより、その半円の内部にいるかどうかを判断する。まず初めに、歩行者0は半径1.5mの半円以内に位置する歩行者をさがす。歩行者1、3、5が該当する。次に、回避範囲に存在するか確認する。歩行者1、5がこれに該当する。1、5は歩行者0の左側に存在しているので、歩行者0は右に回避するように V_0' の方向へ移動する。

*Walking Pattern and Animation in Crowds

†Koh Katoh, Manabu Kusakabe, Minoru Ueda: The University of Aizu

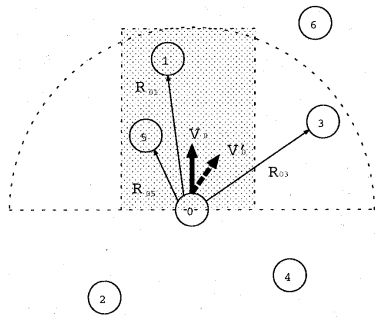


図 1: 歩行者の観測範囲

この観測範囲を適用することにより、図2のような結果が得られた。シリーズ1は観測範囲を限定したもの、シリーズ2は全員を観測した場合の線グラフを表している。観測回数をかなり減少させることができる。

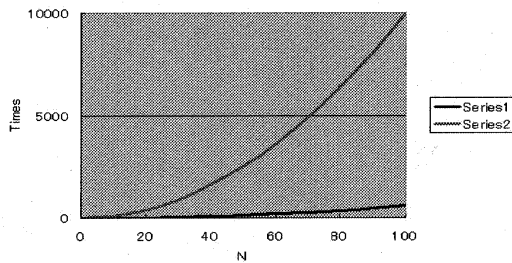


図 2: 観測した合計人数

4 歩行動作の測定

歩行動作の測定には、光学式モーションキャプチャーシステムである英国 Oxford Metrics 社製の Vicom 370 を使用した。光学系モーションキャプチャ装置は、高速な動きにも対応でき、多くのマーカーを利用することができるのに加えて、比較的質の高いデータが得られるという利点がある。その反面、測定可能な範囲に限られる、2台以上のカメラで観測されないと3次元データを得ることができないという欠点もある。このため、データが取れないフレームがでてくるので、似式や補間式などで欠損した部分をつなぎ合わせなくてはならない。今回、私たちは以下の B-Spline 関数を使って、モーションデータの補間を行った [3]。

$$P(t) = \sum_{j=-\phi(q)}^{n+\phi(q)} N^q(t-j)P_j \quad (0 \leq t \leq n)$$

5 歩行アニメーション

人間の動作にはある一定の周期を持つものが多く、歩行動作もある一定の周期がある [4]。モーションキャプチャーのデータをそのまま使用すると、データ量が多くなり後で編集するのが難しい。1周期分のデータを取り出し、その中からいくつかのキーとなるフレームを選びだして、それをループさせてアニメーション化するのが効果的な方法である。

6 結論

本研究で提案したシミュレーション及びアニメーション化手法を使用することにより、アニメーターが費やす時間や労力を大幅に削減することができる。体をひねって行う回避動作、歩行動作以外のシミュレーションに適用することが今後の課題として上げられる。

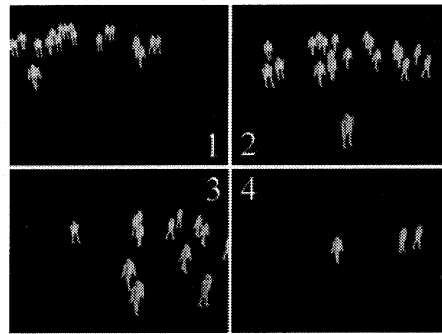


図 3: Crowds Animation

参考文献

- [1] Masanori Miyoshi, Norito Watanabe, and Kenichi Anjyo, CG による群衆表現のための階層型キャラクター管理手法, Visual Computing グラフィックスと CAD 合同シンポジウム'98, pp.7-12, 1998.
- [2] Craig W. Reynolds, *Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model*, SIGGRAPH '87 Conference Proceedings, pp.25-34, 1987.
- [3] Donald Hearn and M. Pauline Baker, *COMPUTER GRAPHICS: Second Edition*, PRENTICE HALL Inc., 1994.
- [4] George Maestri, *CHARACTER ANIMATION*, NEW RIDERS PUBLISHING, pp.196-233, 1996.