

事例データの適用による VR 群衆映像の構成 Example-based Composition of Crowd Movement in VR

松本 哲明[†] 森 博志[†] 外山 史[†]

Tetsuaki Matsumoto Hiroshi Mori Fubito Toyama

1. はじめに

CG による群衆アニメーション表現は、多数の人が介在する映像にリアリティを与える重要な要素である。群衆アニメーションを構成する群衆シミュレーション技術では、多数の人の振る舞いや相互作用、集団としての振る舞いを制御することで群衆映像を構成することができる。

一般的な群衆シミュレーション技術が対象とする群衆表現は、ユーザの視点から群衆までの距離が遠い俯瞰視点からの映像が主であり、キャラクタ単一および群衆としての動作表現に要求される詳細度は低く、画一的な動作でも詳細度制御の観点から問題はない。一方、VR における群衆表現では、VR 体験者が群衆の一員となり、視点から群衆までの距離が近い一人称視点からの映像が主となるため、その動作表現には高い詳細度が要求される。そのため、俯瞰視点を対象とした従来の群衆表現に見られる画一的な表現を解消する必要がある。

そこで本稿では、VR 体験者から自然に見える群衆表現の構成を目的として、詳細度制御に基づいた事例データの適用による群衆映像の構成手法を提案する。本手法では、従来の群衆シミュレーションで制御される群衆に対して、高い詳細度が要求される VR 体験者近傍に位置する群衆に、事例データを適応的に当てはめる。これにより、VR 体験者から自然に見える群衆動作表現の実現が期待できる。

2. 事例データの適用による VR 群衆映像の構成

2.1 提案手法の概要

提案手法の概要を図 1 に示す。本手法では、群衆シミュレーションで制御される群衆に対して、高い詳細度が要求される VR 体験者近傍に位置する群衆に、事例データとして記録された各動作情報を適用することで、VR 体験者の一人称視点における群衆映像を構成する。

事例ベースの群衆構成手法である Crowd Patches[1]では、キャラクタがモーションを周期的に繰り返す小領域のパッチを組み合わせることで空間全体の群衆表現を実現している。これに対し本手法では、シミュレーションベースの群衆動作を基に、非周期的な小領域の事例データを当てはめることで、VR 群衆表現における詳細度制御を実現する点が特徴的な点となっている。

提案手法では、まず事前処理として、小領域における群衆動作の事例データである群衆ユニットを作成する。次に実行時処理では、群衆シミュレーションで制御される群衆に対して、VR 体験者周辺の群衆の人数やグループ構成に基づいて、シームレスに適用可能な群衆ユニットを検索し、適応的に VR 体験者周囲の群衆に群衆ユニットで規定される事例ベースの動作を適用する。以上の処理により、VR

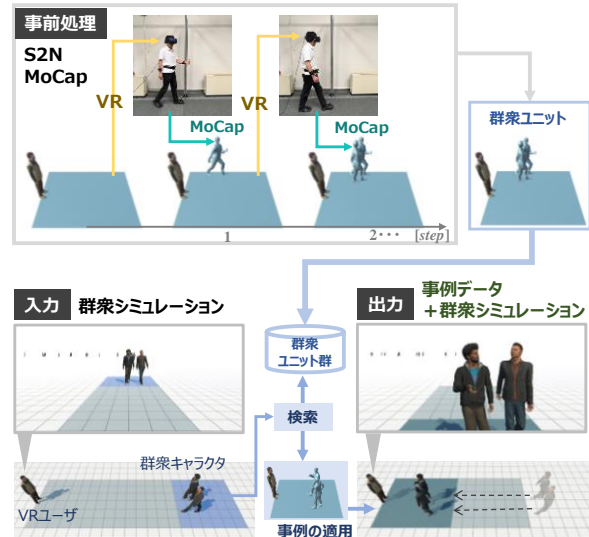


図 1 提案手法の概要

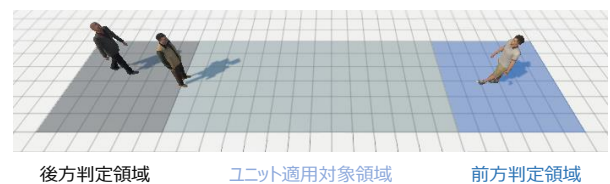


図 2 群衆ユニットの適用判定領域

体験者近傍において高い詳細度が要求される群衆の振る舞いを実現する。

2.2 群衆動作の事例データの作成

事前処理として群衆動作の事例データである群衆ユニットを作成する。群衆ユニット \mathbf{u} は、VR ユーザに対応するキャラクタの位置の時系列情報 $\mathbf{p}(\tau)$ 、領域情報 \mathbf{a} 、再生時間 T 、各群衆の動作情報 $\mathbf{c}_j(\tau)$ およびグループ構成情報 \mathbf{g}_k より次のように定義する。

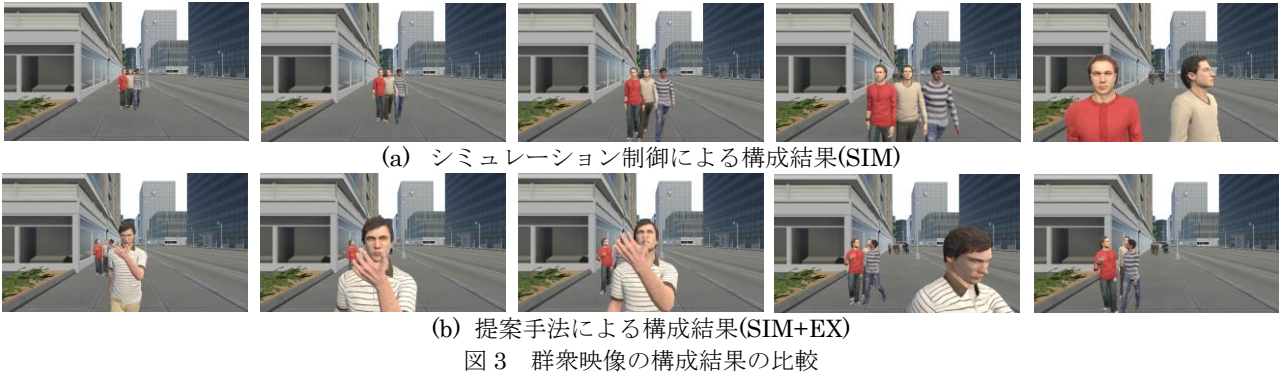
$$\mathbf{u} = \{\mathbf{p}(\tau), \mathbf{a}, T, \mathbf{c}_j(\tau), \mathbf{g}_k\} \quad (1)$$

本稿では、領域における各群衆の動作情報 $\mathbf{c}_j(\tau)$ の作成には Single-Participant-to-N-agents(S2N)[2]による逐次的なモーションキャプチャを利用した。S2N では、演技者がモーションキャプチャを行い、過去に演じた自身を確認しながら別人を演技し再びモーションキャプチャを行う処理を繰り返すことで群衆の動作を計測するため、群衆間の相互作用を考慮した群衆動作の作成が可能となる。

2.3 群衆動作の事例データの適用

実行時処理では、VR 体験者近傍の群衆シミュレーションで制御される群衆に対して、群衆ユニットで定義される動作情報を適用する。適用処理の手順を以下に示す。

[†] 宇都宮大学 Utsunomiya University



- (1) 適用対象候補の群衆キャラクタ情報の取得
前方判定領域, 後方判定領域のそれぞれに位置する群衆の総数とグループ構成情報を取得する.
- (2) 適用可能な群衆ユニットの検索
(1)で取得した適用対象候補の群衆に対して, 人数とグループ構成が一致する群衆ユニットを検索する. 検索後, 進行方向の整合性および位置遷移の連続性を評価し, 適用する群衆ユニットを決定する.
- (3) 群衆ユニットの適用処理
群衆ユニットで定義されたユーザキャラクタの初期位置と VR 体験者の位置とが一致するように群衆ユニットを配置し, 群衆ユニットで定義された群衆キャラクタの相対座標にシミュレーションで制御される群衆キャラクタを移動させ, 群衆ユニットで定義されたモーションを適用して再生する.

3. 実験

シミュレーション制御による構成結果 (以下, SIM) と提案手法による構成結果 (以下, SIM+EX) との比較を行った. 本実験では群衆シミュレーションアルゴリズムにグループを考慮した Social Force Model[3]を用い, 歩行による群衆の挙動を構成した. 群衆の総数は 72 とした. 提案手法における群衆ユニットの適用対象領域はユーザキャラクタの前方, 幅 3.0[m]×奥行き 7.0[m]とし, 各判定領域は幅 3.0[m]×奥行き 3.0[m]とした. 作成した群衆ユニットは 16 個で, その領域は幅 3.0[m]×奥行き 3.5~7.0[m]である. なお, VR 体験者に対応するユーザキャラクタは移動しないものとした.

構成結果を図 3 に示す. 図 3(a)の群衆シミュレーションによる構成結果の歩行動作のみの画一的な表現に対して, 図 3(b)の提案手法の構成結果では, ユーザ近傍の群衆に事例データが適用されることで, 直前でユーザに気づいて回避する反応や, 群衆キャラクタ同士の会話をしている表現を構成できていることが確認できる.

構成された映像の評価のためユーザ評価実験を実施した. 被験者は HTC 社の VIVE Pro を装着し指定位置から移動せずにその場で周囲を見渡せる状態で, 各映像を視聴する. 被験者は 20 代の男性 12 名で, 各映像を 2 分ずつ提示した. 提示前に以下の Q1, Q2 の設問について説明し, 提示後に設問に回答してもらった.

Q1: 群衆の振る舞いに画一的な印象を受けましたか?

Q2: 往来する群衆の振る舞いに着目したときに実在感を感じましたか?

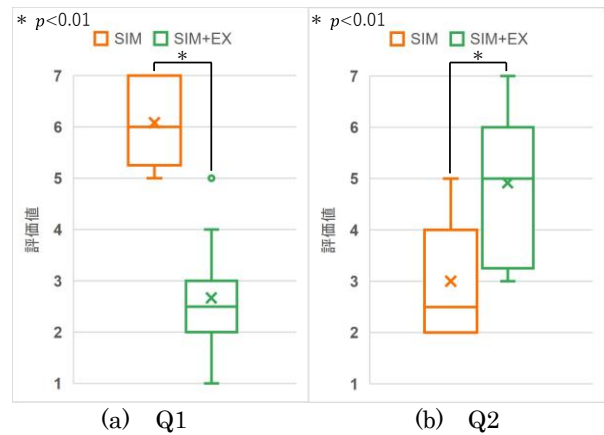


図 4 ユーザ評価結果

各設問に対する回答はリッカート尺度を用いた 7 段階評価法で評価を行った. ユーザ評価結果を図 4 に示す. Q1, Q2 のそれぞれに対し, ウィルコクソンの符号順位検定より有意差 ($p < 0.01$) が認められた. このことから, 提案手法による画一的な群衆動作表現の解消, および提案手法によって構成された映像が群衆シミュレーションのみによって構成された映像と比較してより群衆の実在感を与えることが示された. 一方で, Q2 における提案手法の評価に散らばりが見られた. これは, VR 体験者近傍においてシミュレーションの動作から群衆ユニットで定義された動作に移行する際の動作の変化に対する違和感が影響したと考えられる.

4. おわりに

本稿では, VR を対象とした事例に基づく群衆映像の構成手法を提案した. 群衆映像の構成結果およびユーザ評価より, 提案手法により構成される群衆映像がシミュレーションのみで構成される群衆映像と比べて画一的な動作表現を解消し, より群衆の実在感を与えることが示された. 今後の課題として, 動作の連続性を考慮した群衆ユニットの適用評価, および VR 体験者の移動を考慮した群衆映像の構成が挙げられる.

参考文献

- [1] B.Yersin, "Crowd patches: populating large-scale virtual environments for real-time applications," ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, 2009.
- [2] T.Yin et al, "The One-Man-Crowd: Single User Generation of Crowd Motions Using Virtual Reality," IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Volume 28, Issue 5, pp.2245-2255, 2022.
- [3] M.Mehdi et al, "The walking behaviour of pedestrian social groups and its impact on crowd dynamics.," PLoS ONE 2010, 5, e10047.