

制約付き近傍クラスタリングを用いた人流データの可視化手法

安田 隆哉* 大西 正輝†

概要. 大規模なイベントにおける人流把握は、参加者の安全や快適な体験の提供、効率的な交通管理、緊急時の避難誘導などにおいて重要である。しかし、従来のエージェントの位置のによる可視化手法では、特に大規模かつ密集したデータの視覚的理解が難しい課題がある。本研究では、この課題に対処するため、エージェントの位置情報を基にした制約付きクラスタリングとその結果を集約オブジェクトとして表現する効果的な可視化手法を提案する。提案手法は、近傍半径とクラスタサイズに基づいて人流の特徴的な集中箇所や流れを直感的に表現し、視覚的な把握を促進する。スタジアム退場シミュレーションデータを用いた実験では、従来と比較して、密集したデータを適度な粒度でクラスタリングしつつ、密集箇所が認識しやすいように可視化されていることを確認した。

1 はじめに

スポーツ観戦、花火大会、コンサート、同人即売会など、さまざまなイベントが各地で開催されており、多数の人々が集まることで移動や行動に伴う人の流れが生じる。こうした人の流れを把握することは、参加者の安全確保や快適な体験の提供、さらには効率的な交通管理や緊急時の避難誘導において重要である。

人の流れを把握するために人流の計測およびシミュレーションに関する研究 [4, 5] が進められている。これらの研究から得られる人流データの分析は、混雑状況の予測や安全対策の強化に寄与する情報を提供することが可能となる。

人流データは、エージェントの座標を単純にプロットするように可視化されることが一般的である [3]。しかし、特に大規模な人流データにおいては、可視化対象のエージェントが非常に小さく表示されることや、プロット点が過剰に密集することで、視覚的にその動向やパターンを把握しにくい。

本稿では、大規模かつ密集した人流データを視覚的に認識しやすくすることを目的とし、エージェントの位置情報に基づくクラスタリングとその結果の効果的な可視化手法を提案する。

2 関連研究

兵吾ら [2] は、人流データに対する視覚的な情報集約が効果的であることを示しており、特に大規模なデータセットにおいて全体の流れや移動パターンの把握に役立つことを報告している。情報集約の可

視化の手法として、集約の結果を積層で表現する手法 [1] が提案されており、視覚的な過密を回避しつつデータを効果的に提示することが可能である。

また、ゲシュタルト心理学 [7] における「群化の法則」は、視覚的な集約において重要な知見を提供する。この法則によれば、空間的に近接するデータポイントは、視覚的にグループとして認識されやすいことが示されており、これがエージェントのクラスタ形成において有効であると考えられる。

本稿では、これらの集約・積層の手法と群化の法則の知見を応用し、大規模かつ密集した人流データの視覚的認識を効率化する手法を提案する。

3 提案手法

提案手法は二つのステップから構成される。まず、エージェントの位置情報を基にした制約付きクラスタリングを行い、次に、得られたクラスタを集約オブジェクトとして描画することでエージェントの位置情報を可視化する。以下、これらのステップについて詳述する。

3.1 制約付きクラスタリング手法

本研究では、近傍半径 R およびクラスタ最大サイズ M をパラメータとする制約付き階層型凝集クラスタリング手法を採用する。この手法では、一定以上の近接を有するエージェントを集約しながら、人流データが通路や道路などの地理的制約内に収まるようにクラスタを形成することを目的としている。エージェントの位置情報に基づいて、以下の手順でクラスタリングを実施する。

- 近傍半径 R 以内に重なるエージェントを同じクラスタとして分類する。
- クラスタの外接円の直径が最大サイズ M を超える場合には、同じクラスタには含めず、新

Copyright is held by the author(s). This paper is non-refereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 名古屋工業大学

† 産業技術総合研究所

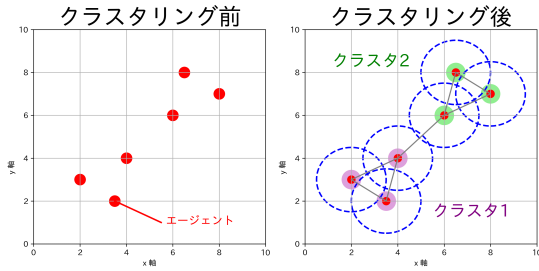


図 1. 本手法のクラスタリングの例

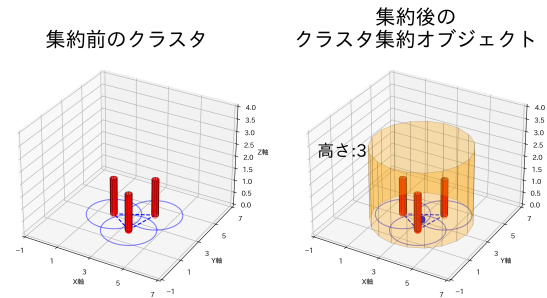


図 2. 集約オブジェクトの例

しいクラスタラベルを割り振る.

図 1 に, クラスタリング手法の適用例を示す. この例では, 近傍半径 $R = 1.5$, クラスタ最大直径 $M = 6$ としてクラスタリングを実施している. 図中では, 近傍半径 R 以内で重なるエージェントが同じクラスタに分類される一方で, クラスタの直径が最大サイズ M を超えないようにクラスタラベルが割り振られている.

3.2 集約オブジェクトの可視化

本手法では, クラスタに対して集約オブジェクトとしての可視化を行う. 具体的には, 位置的分布の特徴を捉えるために, クラスタの外接円を底辺として, クラスタ内に存在するエージェントの数を集約オブジェクトの高さに割り当てることにより, クラスタの特徴をより反映した集約オブジェクトを構成する. 以下の条件を満たすように, 集約オブジェクトは次のように構成される.

- 底辺: クラスタの外接円
- 高さ: クラスタ内のエージェント数
- 向き: クラスタ内のエージェントの向きの平均

図 2 に 3 体のエージェントによるクラスタを集約オブジェクトとして可視化する例を示す. ここでは, クラスタの外接円が算出され, その外接円の直径を底辺として, クラスタ内に存在するエージェントの数である 3 を高さとして割り当てている.

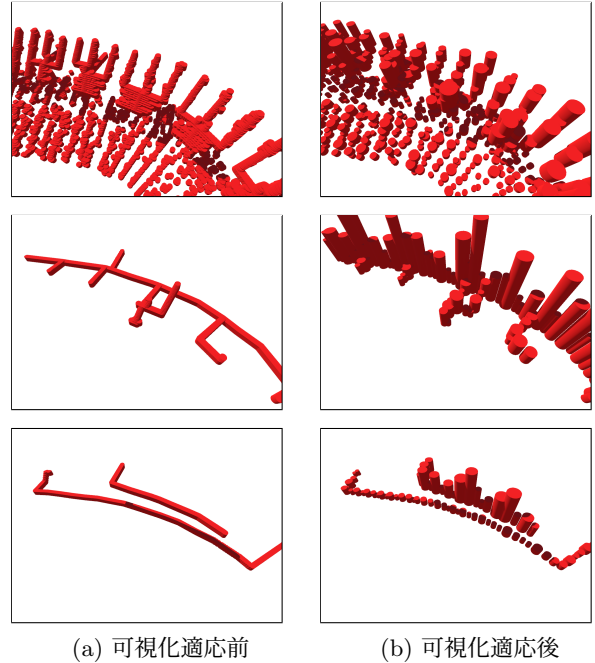


図 3. スタジアム退場シミュレーションによる実験

4 実験

本研究の手法を評価するため, CrowdWalk によるスタジアム 1 万人の退場シミュレーションデータ [6] を対象に, エージェントの位置情報を基にした可視化を行った. 図 3(a) には, 単純に座標にプロットした人流データの可視化結果を示し, 図 3(b) には本研究で提案する手法を適用した可視化結果を示す. 可視化結果から, 密集した人流データを適度な粒度でクラスタリングできていることが確認できる. さらに, 各クラスタ内に滞在する人数を高さで表現することにより, 特定の箇所人が集中している様子を観察できることが確認できる.

5 おわりに

本稿では, 大規模かつ密集した人流データを視覚的に理解しやすくすることを目的として, エージェントの位置情報に基づくクラスタリングとその効果的な可視化手法を提案した. 本手法を用いることで, 人流データにおけるエージェントの密集箇所の見づらさや, エージェントが小さいことによる視認性の低下を改善できることが期待される. 実験としてスタジアムからの退場シミュレーションデータを用いて, 本手法の適用による可視化の効果を示した.

参考文献

- [1] T. N. Dang, L. Wilkinson, and A. Anand. Stacking graphic elements to avoid over-plotting. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(6):1044–1052, 2010.

- [2] Y. Hyougo, K. Misue, and J. Tanaka. Directional Aggregate Visualization of Large Scale Movement Data. In *2014 18th International Conference on Information Visualisation*, pp. 196–201, 2014.
- [3] R. W. Provin. The perception of numerosness on dot maps. *The American Cartographer*, 4(2):111–125, 1977.
- [4] 西田遼, 重中秀介, 加藤優作, 大西正輝. 群集シミュレーションによる歩行空間設計と制御に関する研究動向. *人工知能学会論文誌*, 37(2):J-LB1_1, 2022.
- [5] 大西正輝, 依田育士. 動線の軌跡と滞留に着目した動作解析. *研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM)*, 2009(29 (2009-CVIM-166)):293–298, 2009.
- [6] 丹羽了, 鷹見竣希, 重中秀介, 大西正輝, 保高徹生, 内藤航. データ同化を用いた大規模イベントにおける分散退場の効果分析. In *IEICE Conferences Archives*. The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2022.
- [7] 渡辺恒夫. ゲシュタルト心理学と現象学 「立ち消えになった認識革命」からの出発. *こころの科学とエピステモロジー*, 1(1):5–18, 2019.