

歩行状態・滞留状態に基づいた歩行者群の空間分布とその時間変化の可視化

土田 夏実* 宮城 優里† 大西 正輝† 伊藤 貴之*

概要. 人の歩行情報は、GPS データなどの多様な媒体で記録されている。そして歩行情報から人物の行動パターンや場所ごとの特徴を発見することで、交通、マーケティングなど多様な目的への応用が可能となる。本報告では、複数のカメラで撮影された広範囲かつ長時間の膨大な歩行情報に対して、歩行者が急いでいるか、ゆっくりかといった「歩行状態」を考慮した可視化手法を3種類提案する。1つ目は撮影範囲を分割した各エリアに対する、歩行者群の空間分布を可視化する手法である。歩行者の動きをエリアごとの帯グラフで可視化し、静止状態の歩行情報の読み取りを可能としている。2つ目は歩行状態分布が時間でどのように変化するかを、積み上げ折れ線グラフで可視化する手法である。3つ目は特徴的な歩行経路を可視化する手法である。各歩行経路にクラスタリングを適用し、類似度の高い歩行経路を線描画で可視化する。

1 はじめに

人の歩行データから、人物の行動パターンや場所ごとの歩行状態の特徴を発見すると、交通やマーケティングでの活用が可能である。そこで、歩行データから効率的に有用な知見を得る一手段として、特定の部分を抽出して可視化する技術が有効となる。

一方で、歩行データの可視化に関する従来の研究は、歩行経路のみを表現するものが多く、これらは歩行者の意図を読み取りにくい。多様な種類の歩行者が入り混じる空間においては、ゆっくり歩いている、急いでいるといった歩行状態を考慮することが重要である。

本稿では、RGB-D カメラを使用して取得した多数の人物の歩行データを対象として、歩行状態を分類した上で、空間分布や時間変化、特徴的な歩行を可視化する手法を提案する。

2 関連研究

Yabushita ら [1] は、類似する歩行経路を要約し、束で線描画する可視化手法を提案しているが、歩行状態の表現には至らなかった。歩行状態の可視化を行うにあたり、静止状態の可視化方法が重要となるが、線描画では静止状態の歩行者は点表示となるため、読み取りが困難となる。Liu らによる手法 [2] は、静止状態の可視化を実現しているが、静止状態に特化した可視化であるため、歩行時を同時に表現するまでには至っていない。McArdle らによる手法 [3] では、地図上に時間変化の様子を3次元で可視化しているが、大規模データでは視認性が低下するため

有効な方法とは言えない。Miyagi ら [4] は、多数の歩行データを記号化によって圧縮した後に、歩行経路を要約して可視化する手法を提案しているが、特徴的な歩行経路の抽出には至っていない。

3 歩行状態に基づいた人流可視化

3.1 節, 3.3 節, 3.4 節の処理は、我々が以前に報告した内容 [5] と同一である。

3.1 歩行データの取得

モーションキャプチャデバイス Xtion を用いて、時刻 t 、歩行者の識別子 ID、座標値 (x, y) を記録する。Xtion ではミリ秒単位で歩行者の頭部座標と各時刻のフレーム情報を記録する。歩行者の識別子 ID は各歩行者に割り当てられた固有の識別子である。座標値は床平面上での位置を表す (x, y) の2次元座標系を使用する。

3.2 歩行状態に基づいた空間分布の可視化

本手法では、撮影範囲を分割してできる各エリアを通過した歩行者について、歩行速度に基づいて歩行状態を分類し、移動方向ごとに集計して可視化している。

まず、撮影範囲を図1の可視化マップに基づいて記号化し、分割する。図1の例では全エリアを32分割しており、それぞれに上下左右斜めの8方向への移動を仮定しているため、合計256種類の移動が存在する。加えて [5] で課題としていた、斜め方向の移動範囲を拡張している。

続いて歩行状態値を算出する。3.1 節で取得した2次元座標系を適用して、各歩行者の各エリアでの平均秒速を計算し、表1に従って算出する。歩行状態値算出の閾値設定については、佐々木ら [6] の研究を参考にした。また歩行状態値の各々に対して、表1に示すカラーマップを適用して色を割り当てる。

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.

* お茶の水女子大学

† 産業技術総合研究所

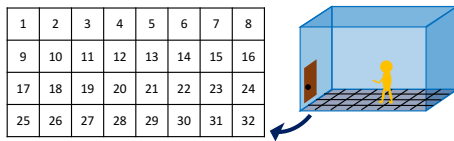


図 1. 可視化マップ

表 1. 歩行状態値と色の関係.

Color	Walking State Value	Speed[m/s]
Red	1 (Stationary)	~ 0.1
Yellow	2 (Slow Walking)	0.1 ~ 0.45
Green	3 (Normal Walking)	0.45 ~ 0.75
Blue	4 (Fast Walking)	0.75 ~

最後に、各エリアの歩行状態の歩行者数がどの程度かを集計し、可視化する。全エリアの可視化を行うと、各エリアの中心に灰色の正八角形が配置され、その上下左右斜めの 8 方向に 4 色の帯グラフが描かれる。この帯グラフは表 1 の色で描画され、帯グラフの大きさが各歩行状態の人数を示す。

3.3 静止時間と人数の可視化

本手法では、各エリアの静止時間と人数の関係を可視化する。各エリアに一定時間静止している人数を、静止時間の長さごとに集計し、3.2 節の可視化方法で描いた正八角形の中心に、塗りつぶした色の透明度と数字で表現する。ツールパネル上のスライダーで静止時間の長さの閾値を調整することで、静止時間の長さや人数や場所の関係を観察できる。

3.4 歩行状態に基づいた時間変化の可視化

本手法では、歩行状態の時間変化を、積み上げ折れ線グラフで可視化する。実行時は、全エリアの歩行者群の時間変化が、エリア選択時は、選択エリアを通過した歩行者群の時間変化が描画される。色の割り当ては 3.2 節と同様に、表 1 を用いる。

3.5 歩行経路の可視化

本手法では、2 種類の歩行経路を可視化する。1 つ目は、ユーザが選択した特定のエリアを通過した歩行者の経路を、個別の折れ線で可視化する。2 つ目は、歩行経路に対して重み付きレーベンシュタイン距離を適用し、類似度の高い歩行経路を抽出して可視化する。本手法により、特定の時間帯にどのような経路を通る歩行者が多いかといった、特徴的な歩行経路を視認できる。

4 可視化結果

提案手法を用いて、2017 年にポスター発表会場で取得した 5 時間分の歩行データを可視化した。この会場では部屋の壁の両側 (図 1 の上下端) にポ

スターが貼られ、中央部分が通路となっていた。このポスターセッションは、1 時間ずつ合計 5 セッションで実施されたため、5 時間全てと 1 時間ずつの 2 種類のデータファイルに対して、可視化の作業を進めた。

1 時間分の歩行データにおける、3.2 節と 3.4 節の手法の可視化結果を図 2 に示す。図 2(左) の帯グラフが各エリアの歩行状態を表し、図 2(右) の積み上げ折れ線グラフが、全エリアの時間変化による歩行状態の変化を表す。この結果からは、まず全体的に歩行速度が遅いことが読み取れる。そして時間変化では、約 5 分おきに参加人数が大きく変化することから、1 ポスター発表が約 5 分で終了して、閲覧者が入れ替わったことが推察される。

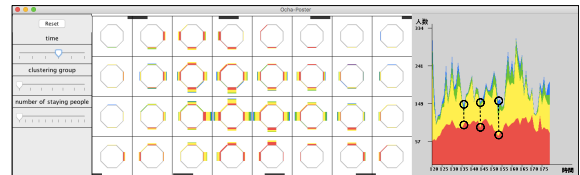


図 2. 全エリアの空間分布と時間変化の可視化

さらに 5 時間分の歩行データにおいて、3.2 節の手法で可視化した。図 3 は、ツールパネルのスライダーを調整して、570 秒以上静止した人数を示している。この結果から、通過人数は撮影範囲の中心部分に多いが、長時間静止していた人はポスターのある壁側に多いことがわかる。



図 3. 全エリアにおける静止時間と人数の可視化

5 まとめと今後の展望

本稿では、複数のカメラで撮影された広範囲かつ長時間にわたる膨大な歩行データに対して、歩行状態を分類したのちに可視化する手法を提案した。歩行状態の空間分布からは、静止状態の歩行者も含めた、歩行状態の全体観を読み取ることが可能となった。そして、時間変化で歩行状態分布がどのように変化するかや、特徴的な歩行経路に関しても読み取りが可能となった。

今後の課題として、歩行経路の描画デザインを検討する必要がある。現在ランダムな色と単純な折れ線で描画しているため、今後は [7] の研究のような直感的にわかる線や要約した線での描画を検討したい。

参考文献

- [1] H. Yabushita, T. Itoh, “Summarization and Visualization of Pedestrian Tracking Data”, 15th International Conference on Information Visualisation, pp. 537–542, 2011.
- [2] X. Liu, W. Song, L. Fu, H. Zhang, “Pedestrian inflow process under normal and special situation”, Proceeding of Pedestrian and Evacuation Dynamics 2016, pp. 136–143, 2016.
- [3] G. McArdle, U. Demar, S. Spek, S. McLoone, “Classifying pedestrian movement behaviour from GPS trajectories using visualization and clustering”, Annals of GIS, Vol. 20, pp. 85–98, 2014.
- [4] Y. Miyagi, M. Onishi, C. Watanabe, T. Itoh, M. Takatsuka, “Classification and Visualization for Symbolic People Flow Data”, Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 43, pp. 91–102, 2017.
- [5] N. Tsuchida, Y. Miyagi, M. Onishi, T. Itoh, “Spatial and Temporal Visualization of Pedestrians Based on Walking and Retention States”, 可視化情報シンポジウム論文集, 2021.
- [6] 佐々木真理, 渡辺仁史, “観覧空間における歩行速度の変化に関する研究”, 人間・環境学会誌, Vol. 6, No. 2, pp. 33, 2000.
- [7] 峯元長, 土肥真梨子, チョウショウセイ, 秋山福生, 小野健太, 渡邊誠, “人流観測に基づく駅周辺移動パターンのビジュアライズ手法の研究—個人単位人流データの活用検討(2)—”, デザイン学研究, Vol. 63, pp. 33–42, 2016.