

# 歩行状態に基づいた歩行者群の空間分布と時間変化の可視化

土田 夏実 (指導教員: 伊藤 貴之)

## 1 はじめに

人の歩行は、多様なデバイスで歩行データとして計測される。この歩行データから、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、効率的に人流を観察できるようにする一手段として、歩行データから有用な知見を得られるように、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しているものが多く、これらは歩行者の意図を読み取りにくい。多様なタイプの歩行者が入り混じるような空間においては、ゆっくり歩いている、急いでいる、など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、空間分布と時間変化を可視化する手法を提案する。

## 2 関連研究

Miyagi ら [1] 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、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。Liu ら [2] による歩行者の静止状態の描画手法は、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。Guo ら [3] による、車の動線を空間、時間、多次元の3視点で同時に可視化する手法では、大規模かつ自由度の高い動線データへの対応については言及されていない。

## 3 歩行状態に基づいた人流可視化

人流可視化の方法には、大きく分けて3次元可視化と2次元可視化の2種類があるが、2次元可視化は視点設定の必要がなく容易に利用できるため、本研究では2次元可視化を採用する。なお3.1節での処理はMiyagi ら [1] が報告した内容と同一である。

### 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

続いて本手法では、歩行速度に基づいて歩行状態を分類し、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状態を集計して可視化している。可視化するにあたって、撮影範囲を図1の可視化マップに基づいて記号化して分割し、3.1節で取得した2次

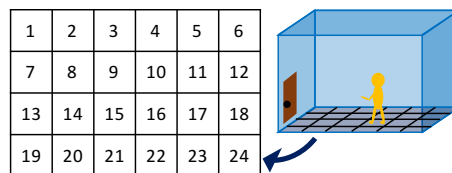


図 1: 可視化マップ

元座標系を適用して、各エリアから上下左右へ移動した歩行者をそれぞれ分類し集計する。まず、撮影範囲を図1の可視化マップに基づいて分割する。図1の例では全エリアを24分割しており、それぞれに上下左右の4方向への移動を仮定しているため、合計96種類の移動が存在する。ここで分割数の設定は、撮影領域の面積や形状、また可視化に用いるディスプレイの解像度などに依存する。我々は正方形に近い形状かつ適切なサイズのエリアに撮影領域を分割することにした。

続いて歩行状態値を算出する。現時点での実装では、単純に歩行速度から分類しており、具体的には以下の処理を適用している。

1. 各エリアでの各歩行者の秒速を計算
2. 1秒前と同エリアにいる場合に平均秒速を計算し、異なるエリアに移動するまで続行
3. 秒速を4段階に分類し、歩行状態値として定義

歩行状態算出の閾値などの設定については佐々木ら [4] の研究を参考にした。また本手法では、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。

表 1: 歩行状態値と色の関係

色	歩行状態値	秒速 [m/s]
赤	1	~ 0.1
黄	2	0.1 ~ 0.45
緑	3	0.45 ~ 0.75
青	4	0.75 ~

最後に各描画空間の各歩行状態値の人数を集計する。本手法により、4種類に分類された歩行状態の歩行者数が各エリアの方向でどの程度いるかを可視化できる。

全エリアの可視化を行うと、各エリアの中心に灰色の四角形が配置され、その四角形の上下左右方向に4色の帯グラフが描かれる。この各方向の帯グラフは歩行状態値に割り当てられた色で描画され、帯グラフの大きさが各歩行状態の人数を示している。

### 3.3 歩行状態に基づいた時間変化の可視化

3.2節と併せて本手法では、歩行状態の時間変化を、積み上げ折れ線グラフとして可視化する。実行時は、全エリアの歩行者群の時間変化が描画され、エリア選

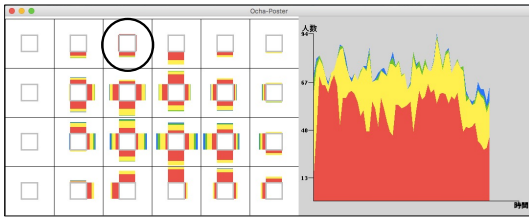


図 2: 全エリアの可視化

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。分割した各エリア（図1の例では合計24か所）についての、単純な歩行状態別の人数比の変化を集計しており、移動方向は考慮していない。色の割り当ては3.2節の可視化処理と同様に、表1に示したカラーマップを用いる。

### 3.4 選択エリアの歩行経路の可視化

本手法では、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線で可視化する。各エリア（図1の例では合計24か所）を通過する歩行経路をエリアごとのファイルにあらかじめ記録しておき、本機能を適用する際に選択エリアに対応するファイルを読み込み、それぞれの歩行経路を個別の折れ線で表現する。なお可視化結果の複雑化を避けるため、移動方向の違いについては区別していない。

## 4 可視化結果

提案手法を用いて、2017年に合同研究会のポスター発表会場で取得した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。我々は計5時間のデータファイルから1時間を抽出して保存し、可視化の作業を進めた。

3.2節と3.3節の手法で求めた歩行状態別の集計結果を図2に示す。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し、図2(左)の帯グラフが各エリアの歩行状態を表す。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。これは、左の全エリアの歩行者群からも、時間変化からも読み取れる。また時間変化からは、約5分おきに参加人数が大きく変化することが読み取れる。ここから、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ていることが推察される。

エリア選択時は、3.3節と3.4節の手法で可視化している。例として、図2の円で囲まれたエリアを選択した際の可視化結果を、図3に示す。図3(右)の積み上げ折れ線グラフが選択エリアの時間変化による歩行状態の変化を表し、図3(左)に描画された多数の折れ線が選択エリアを通過した後の歩行者の経路を表す。この結果により、まずこのエリアは、時間帯が変わっても歩行者群があまり変化しないことがわかる。また、このエリアを通過後の歩行者は、隣のポスターよりも下側のポスターを見に行く人が多いことが読み取れる。

## 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

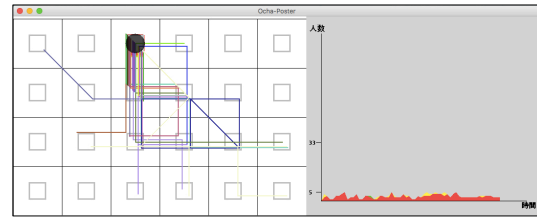


図 3: 選択エリアの可視化

分類したのちに可視化する手法を提案した。本手法を用いた可視化によって、全エリアの歩行状態分布から、歩行状態の全体観を読み取ることが可能となった。歩行経路のみでは表現することのできない静止の歩行者も含めることで、各エリアでどの向きにどのような歩行状態の人が多いのかを読み取ることができた。また、選択エリアの歩行状態分布の時間変化や歩行経路の可視化からは、同場所別時間における歩行状態の移り変わりを観察でき、それと同時に、全エリアの歩行状態分布からは読み取ることが難しい、各エリア通過後の歩行経路の様子を表現できた。

今後の課題として、まず歩行経路の描画方法を検討する必要がある。現在の歩行経路描画は、歩行データとして格納されている経路を全て描画しているため、線の重なりが多くなり視認性の低下につながっている。解決のための一手段として、歩行経路群をクラスタリングし、特徴的な歩行経路クラスタのみを表示する機能をつけることが考えられる。

また、現在では歩行状態の分類のために歩行速度を利用しているが、的確に歩行状態を分類するには歩行速度のみでは不十分だと考える。歩行経路の座標値だけでは歩行分類には限界があるため、今後の展望として、動画像の詳細な解析を可視化することも検討していきたい。

謝辞：本研究に協力を頂いた産業技術総合研究所の大西正輝氏に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 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.
- [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] H. Guo, Z. Wang, B. Yu, H. Zhao, X. Yuan, "TripVista: Triple Perspective Visual Trajectory Analytics and Its Application on Microscopic Traffic Data at a Road Intersection", *2011 IEEE Pacific Visualization Symposium*, pp. 163–170, 2011.
- [4] 佐々木, 渡辺, "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.