

歩行速度で分類した歩行者群の空間分布・時間変化の可視化

理学専攻 情報科学コース 2040651 土田 夏実 (指導教員：伊藤 貴之)

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。そして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した可視化が重要である。

本論文では、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。本研究において歩行状態の分類は、ゆっくりか、急いでいるかといった歩行速度の値で分類を行う。

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は、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。McArdle らによる手法 [2] 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 [3] は、多数の歩行データの例外的な歩行経路を抽出し可視化する手法を提案しているが、類似度の高い特徴的な歩行経路の抽出には至っていない。

3 処理手順

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、本研究では視点設定の必要がなく容易に利用できる 2次元可視化を採用する。なお 3.1 節での処理は Miyagi らが報告した内容 [3] 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次元座標値を使用する。

3.2 歩行状態にもと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、歩行速度にもと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 の可視化マップにもとづいて記号化し、分割する。図 1 の例では撮影範囲を 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。分割数の設定は撮影領域の面積や形状、可視化に用いるディスプレイの解像度などに依存する。

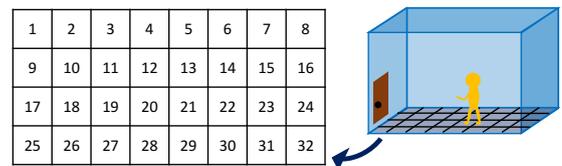


図 1: 可視化マップ

続いて歩行状態値を算出する。3.1 節で取得した 2次元座標値を適用して、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、佐々木らの研究 [4] 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。

表 1: 歩行状態値と色の関係

Color	Walking States Values	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別の歩行者数がどの程度かを集計し可視化する。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。例えば図 2 で表した帯グラフは、エリア 1 から右下のエリア 4 に移動した歩行者群の歩行状態分布が表現されている。各方向の帯グラフは表 1 の色で描画され、帯グラフを構成する各領域の面積が各歩行状態の人数を示している。本手法により、4 種類に分類された各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読み取ることができる。

3.3 滞留状態の可視化

本手法では、各エリアの滞留状態である人の数を可視化する。各エリアに一定時間静止している (=滞留状態である) 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、塗り潰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し、静止時間の長さで人数・場所の関係を観察できる。

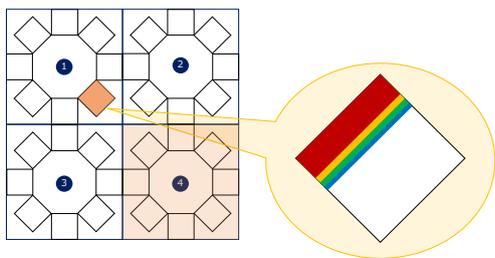


図 2: 歩行状態の空間分布の可視化

3.4 歩行状態にもと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。初期状態では全エリアの歩行者群の時間変化が、エリア選択時には当該エリアを通過した歩行者群の時間変化が描画される。色の割り当てには 3.2 節と同様に表 1 を用いる。またドラッグ操作で時間範囲を選択すると、3.2 節の手法と本手法が連動し、選択範囲のみのデータを抽出して可視化する。

3.5 特徴的な歩行経路の可視化

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後の歩行者の経路を、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、矢印を描画し可視化する。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 3 に示す。図 3 中央部分の帯グラフが、各エリアの歩行状態の空間分布を、図 3 右側の積み上げ折れ線グラフが、時間変化による歩行状態変化を表す。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 6 分おきに参加人数が大きく変化するため、1 ポスター発表が約 6 分で終了し、閲覧者が入れ替わったことが推察される。

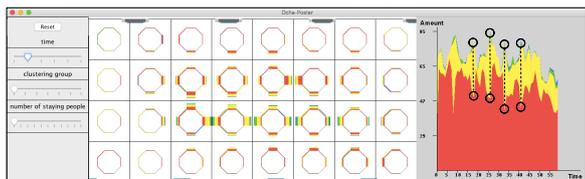


図 3: 空間分布と時間変化の可視化結果
(5 時間のうちの 1 時間目を選択)

さらに 5 時間分の歩行データにおいて、3.3 節の手法で可視化した。図 4 は、図 4 左側にあるツールパネ



図 4: 滞留状態の可視化結果 (5 時間すべてを選択)

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。

5 まとめと今後の展望

本論文では、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の描画のため、[5] のような歩行状態が直感的にわかるデザインの線や要約した線などの描画を検討したい。

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] H. Yabushita, T. Itoh, “Summarization and Visualization of Pedestrian Tracking Data”, 15th International Conference on Information Visualisation, pp. 537–542, 2011.
- [2] G. McArdle, U. Demšar, S. Spek, S. McLoone, “Classifying pedestrian movement behaviour from GPS trajectories using visualization and clustering”, Annals of GIS, Vol. 20, pp. 85–98, 2014.
- [3] 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.
- [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.
- [5] 峯元, 土肥, チョウ, 秋山, 小野, 渡邊, “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.