

経路情報の解析インタフェースの開発

藪下浩子（指導教員：伊藤貴之）

1 概要

人物移動の経路追跡によって得られる情報は、都市計画、広告戦略、施設効率化等、多方面に渡って利用できる可能性がある。そのため人物の経路追跡の技術は、学術研究のみならず、防犯や警護面等の実用面でも広く行われ、近年めざましい進歩をとげている。しかし、取得した経路情報の解析を行う際、追跡結果を人が見続けるのは非現実的であるため、その全体像を把握する手段が必要であり、経路情報の表現方法が問題となっている。既存の可視化手法には、人物追跡によって得られた動線をそのまま表示したものが多く、そのため、動線が重なると流量がわからなくなる、人物の歩行のぶれにより経路自体がわかりにくくなる、などの問題がある。これは、さまざまな分野の人が扱う可能性のある情報の可視化として最善であるとはいえない。そこで本論文では、蓄積された経路情報を近似表示することで、歩行のぶれを取り除く可視化手法と、類似経路を要約表示することで、頻度の高い経路と低い経路の視覚的区別を容易とする可視化手法を提案する。さらにそれら可視化手法を搭載した、インタラクティブに操作可能な経路情報の解析インタフェースを提案する。処理に用いる格子の解像度の調節により、経路の近似度や要約度の自由な調節を可能にするなど、ユーザが求める情報を、その用途に応じてわかりやすく提示するユーザインタフェースの充実をはかる。

2 関連研究

経路を要約的にとらえるための可視化に関する研究で、経路を描画して可視化しているもの [1][2] と、グラフを用いて可視化しているもの [3] がある。Andrienko らによる手法 [1] は、進行方向が決まっている環境下において、類似経路をクラスタリングし、それらを太さの異なる直線の矢印の連結で表示することにより、方向と流量を合わせて表現している。帷子らによる手法 [2] は、経路選択の自由度が高い環境下において、軌跡成長法により主要経路を抽出し、経路を 1 本の曲線の矢印で表示することで、最多経路を表現している。大西らによる手法 [3] では、最尤推定によって動線の数や時間帯によってどのように変化するかをモデル化し、2 つの異なる期間や場所の動線がどのように違うかを比較している。

3 提案内容

本手法では、時系列順に並べられた、人物座標値の変化のデータすべてを対象とし、それらの経路データを可視化する。その際、ユーザの求める近似または要約レベルに対応して、経路の概略および詳細形状の両方を可視化できるようにする。

3.1 座標の量子化

まず、経路座標を一定間隔の格子に重ね、経路と格子辺との交点をマークし、これを隣接格子点に移動する。そして、移動した交点を連結することで量子化経路を生成する。

3.2 経路の集計

続いて、各々の量子化経路が通過した格子辺をリスト化する。続いて、個々の格子辺について、このリストを用いて、量子化経路が通過していれば 1、通過していなければ 0 を与える。この処理を全ての量子化経路に適用して合算することで、各格子辺を通過した移動物体の個数を算出できる。本報告ではこれを集団データと称する。

3.3 描画

要約結果の描画では、3.3 節の処理結果である集団データを参照し、各格子辺について算出された合計値で処理を分岐する。合計値が 1 の格子辺では、1 個の移動物体が通過した経路をそのまま描画する。合計値が 2 以上の場合は、複数の移動物体が通過した経路群の中心線を求め、それを描画する。なお、この描画では、元データの座標ではなく、経路と格子辺の交点の座標を近似結果とし、それを用いる。これにより、人物の歩行ぶれや追跡時のノイズによる経路のわかりにくさを緩和することが出来る。また描画する線分数を低減することで、描画速度の向上を実現する。

3.4 GUI

GUI 上のスライダーやボタンを操作することで連動的に、近似度合い、要約度合い、太さの割り当ての調節、描画モードの切り替え、描画結果の拡大縮小、画面の移動、背景画面の描画のオンオフの切り替え等を実行できる。

4 適用事例と評価

本解析インターフェースによる可視化結果の一例を、図1と図2に示す。実験として昼食時におけるお茶の水女子大学食堂前の様子を撮影した動画像中の移動物体を追跡し、その結果の動線を可視化した。動画は、高さ約10mから撮影したものである。図1は、近似結果、図2は、線分の色と太さにより流量を示す要約結果である。この結果から、これまで可視化データの条件として事例が少なかった、歩行の交差が激しい条件下においても、主要経路を要約的に表示できたことがわかる。さらに要約結果から、食堂出入り口の右手にあるゴミ箱の前を通る人物が多いことが分かるが、近似結果から、ゴミ箱右手の通路を通過する人物が少ないことが分かった。つまり、食堂の出入りの途中で主要の経路からゴミ箱に立ち寄り、その後主要経路に合流する人物が多いことが分かった。

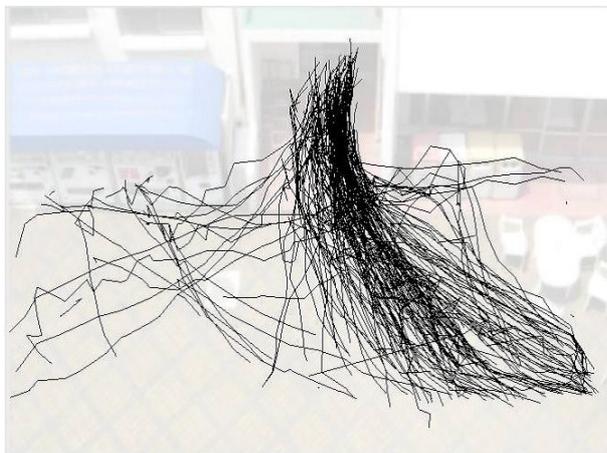


図 1: 近似結果

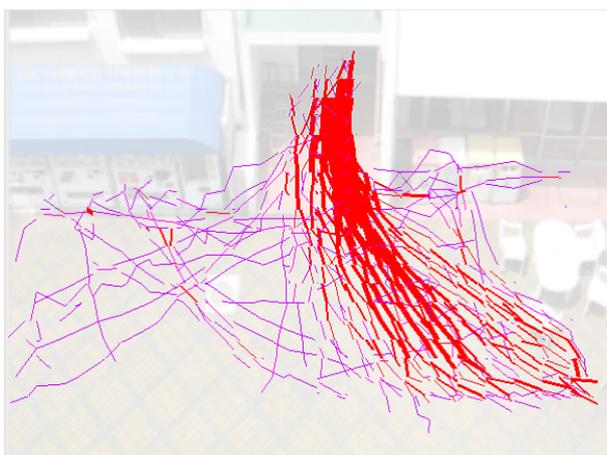


図 2: 要約結果

4.1 主観評価

複数の目標を提示し、それぞれどの可視化結果が最も適当であるか、男女16名に対し、アンケートを実施した。結果を表1に示す（複数回答可）

表 1: アンケート結果

	動線描画	近似結果	要約結果	該当無し
Q1	6.25	6.25	100	0
Q2	0	25	81.25	0
Q3	12.5	50	25	12.5
Q4	12.5	18.75	68.75	6.25

(単位:%)

Q1:主要経路を見つける

Q2:大観をつかむ

Q3:人々の動きの目標をとらえる

Q4:ゴミ箱前へ向かう人の流れをとらえる

4.2 数値評価

4.1のアンケート調査で一定の評価を示した近似結果、要約結果において、もとの動線をそのまま描画した場合との描画線分数の比較を行った。結果を表2に示す。

表 2: 描画線分数の比較

動線描画	近似結果	要約結果
19270	3579	976

5 まとめ

これまで経路を要約的にとらえるために経路を描画する可視化に関する研究は、限られた条件下においてのみ行われてきたが、それに対して本手法では、今まで事例の少なかった交差の多い環境下における経路情報を可視化した。描画線分の総数を約1/20に減らすことができ、かつアンケート結果は良好であった。また、本インターフェースのGUIを使い、近似結果と要約結果を連動的に解析することで、物体の配置に関する有用な事実を発見することができた。

参考文献

- [1] G. Andrienko, N. Andrienko, Spatio-temporal Aggregation for Visual Analysis of Movements, *IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology 2008*, 51-58, 2008.
- [2] 帷子, 趙, 柴崎, 有山, レーザスキャナを用いた群集の流動抽出およびセンサネットワークを用いた温度分布モニタリング, 全国測量技術大会 2006 学生フォーラム, pp.239-244, 2006.
- [3] 大西, 依田, 大型複合施設における長期間にわたる人流解析, 第15回画像センシングシンポジウム (SS1109), IS4-02, June 2009.