3ZB-5

人流情報の比較可視化の一手法

福手　亜弥†　　伊藤　貴之†　　大西　正輝‡

†お茶の水女子大学理学部情報科学科　〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

‡独立行政法人　産業技術総合研究所　〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1

1. はじめに

時々刻々と変化する人の流れを人流といい，ある場所における人々の歩いた動線や，その動線数を表す流量を人流情報という．これらの人流情報は都市開発・広告注目指標・施設運営の効率化など多方面に利用できる可能性を秘めている．近年，商業利用を目的として人物追跡や人流シミュレーションの研究が盛んに行われており，さまざまな場所に設置されたカメラから長期間の人流情報を正確に取得し，蓄積することが可能になってきた．しかし，人流情報を取得・蓄積するだけではなく，その分析によって将来のために知見を得ることが商業の観点からも重要である．さまざまなデータに対する分析の中でも，蓄積されてきた長期間にわたる人流データの分析において，時期ごとの人流の違いを比較することで，人流に関する興味深い知見の発見が期待される．そこで本報告では同一場所における異なる時期の人流情報の比較のための可視化手法を提案する．

2. 関連研究

本章では人流情報の可視化における関連研究を紹介する．既存の可視化手法は，短期間に蓄積されたデータを対象として可視化するものと，長期間にわたって蓄積されたデータを対象として可視化するものに大別される．短期間データを可視化する代表的な研究として薮下らによる研究[1]があげられる．この研究は，蓄積された経路情報から経路を近似・量子化し，類似経路を要約して表現しており，一つの画面で経路とその流量をまとめて可視化している．一方，長期間のデータを可視化する手法として，大西らによる研究[2]があげられる．この研究は，最尤推定によって特定方向の動線数がどのように変化しているかをモデル化・グラフ表示することで，異なる期間や場所の動線がどのように変化しているかを比較し，効率よく動線の増減を可視化している．

3. 人流情報の可視化

本報告では，同一場所で取得した異なる時期の人物座標値データを対象とし，それらの経路データ（動線）を主要経路へ分類･可視化，また異なる時期の流量を可視化，そして二つの可視化結果を複合的に表示する．本手法の処理手順を以下に示す．

A Visualization Technique for People Flow Comparison
† Aya FUKUTE and Takayuki ITOH, Department of Information Sciences, Ochanomizu University
‡ Masaki Onishi, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

3.1. 主要経路へ分類

経路ごとの流量がどうなっているかを知るためには，比較したい時期の人流データ（以下，比較データ）の各動線がどの経路に属しているかを知る必要がある．そこで，動線のクラスタリングを行う．

クラスタリング手法としてはスペクトラルクラスタリング[3]を用いる．スペクトラルクラスタリングは *k*-means 法を実行する前にラプラス固有写像を適用するクラスタリング手法である．ラプラス固有写像とは次元削減法の一種であり，高次元空間におけるデータの類似度が低次元空間に写像した後にも反映されるように設計されている．

スペクトラルクラスタリングのアルゴリズムを以下に示す（図 1 参照）．

1. ラプラス固有写像を用いて，各要素を k-1 次元空間の特徴空間に写像する．
2. 特徴空間内で *k*-means 法を実行する．

k-means 法を実行する前にラプラス固有写像を適用することで，要素が適切に分離されるような特徴空間を得られるため，2.で実行する *k*-means 法の結果が初期値に依存しにくくなる．スペクトラルクラスタリングを用いて，すべての比較データを統合したデータに対してクラスタリングを実行し，動線を主要な経路に分類する．

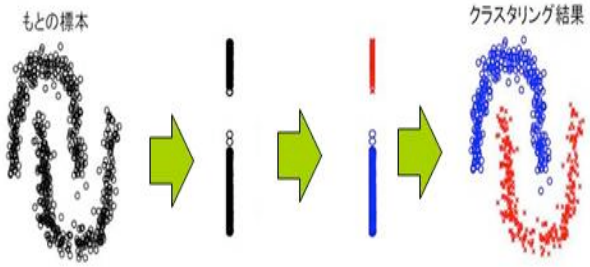

図 1：スペクトラルクラスタリングの流れ

3.2. ThemeRiver による流量の可視化

先のクラスタリング結果を用いて，比較データそれぞれに対し，各クラスタの時間別動線数を計算する．それをもとに，ThemeRiver[4]を用いて，比較データそれぞれの各クラスタの時間別流量を可視化する．

ThemeRiver とは，要素数の時間的推移を川の流れのように提示する可視化手法で，各要素を色で，各要素の値の大きさを垂直方向の幅で，横軸で時間を表現し，複数の要素の時系列変化を積み重ねて表示する．この手法は，値の大きさが塗り分けの幅に対応しているため，どの要素が大きく変化しているかをユーザは一目で知ることができる．新聞のトピック数の時間的変化を ThemeRiver で

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

表示した例を図 2 に示す．図 2 は新聞のトピックを色で表し，トピック数を垂直方向の幅で表現しており，複数のトピックの時間推移の同時把握を容易にしている．

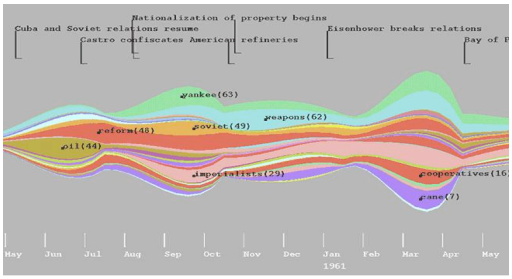

図 2：ThemeRiver を用いた表示例（文献[4]より転載）

本手法では，ThemeRiver における色を各クラスタに，垂直方向の幅を各クラスタの流量にあてることで，全体の流量変化とクラスタごとの流量変化を可視化できる．このようにして比較データごとに ThemeRiver を生成し，見比べやすいように縦に配置する．

4. 実験

東京都の秋葉原にある複合施設のエレベータ付近に設置したステレオカメラら取得した人流情報を本手法に適用した事例を紹介する．本事例において，月曜日の 17～23 時と日曜日の 17～23 時の二つの異なる時間のデータを比較した．

図 3 に画像の取得場所の再現図を示す．左にみえる赤い四角でかこまれたエスカレータは 2 階から 3 階へと上がるエスカレータとなっており，右側にみえる青い四角で囲まれたエスカレータは 3 階から 4 階へあがるエスカレータである．図 4 は取得データに対してクラスタ数 4 でクラスタリングを実行し，動線をエスカレータ付近の主な 4 つの経路に分類したものである．黄色の経路は 2 階から 4 階へあがる人の経路，青と緑は 2 階から 3 階へと上がってきた人の経路，赤はエスカレータ付近でうろうろしている人の経路を表している．

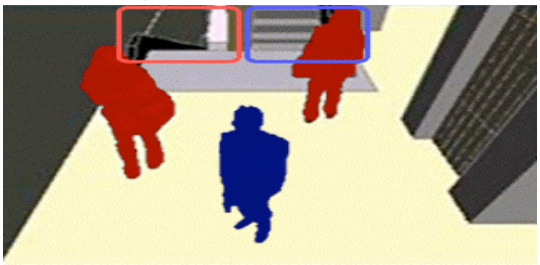

図 3：取得データ場所の風景

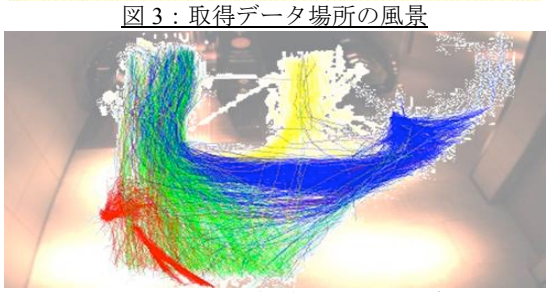

図 4：4 つの主要経路に分類した結果

続いて，月曜日と日曜日の流量変化を ThemeRiver による可視化結果(図 5)によって比較する．図 5 の横軸は時間，縦軸は人数を表しており，それぞれの色が図 4 の動線の色の人数に対応している．また，(上)は月曜日，図 5(下)は日曜日の流量変化に関する可視化結果である．二つの ThemeRiver を見比べると，月曜日に比べて日曜日の可視化結果の幅が大きくなっていることから，全体的にみると日曜日の利用者の数が多いと結論付けることができる．しかし，図 5 の(1)の矢印が指す黄色の経路の流量を見ると，日曜日よりも月曜日のほうが全体をとおして多いことがわかる．これより，4 階は休日の日曜日よりも平日の月曜日に利用される場所であることが推察される．これは本施設の 4 階より上のフロアには平日に利用されるオフィスがある事実とも一致している．また，図 5 の黒色の四角で囲われた 18～20 時の部分を見ると，日曜日は比較的ゆるやかな流量変化をしているのに対して，月曜日は流量の変動が大きい．これより，月曜日は流量のピークが一気に過ぎ去る傾向にあることがわかる．一般客の多い日曜日は客層が様々であるため時間にばらつきがあるのに対し，オフィスワーカーが多い平日は会社帰りといったような決まった時間に訪れることが多いため，このような現象が起こると考えられる．

以上のように，動線のクラスタ分布(図 4)と各クラスタの流量変化(図 5)を複合的に比較することで，ある一時期のデータからは知ることができなかった新たな知見が得られることがわかる．

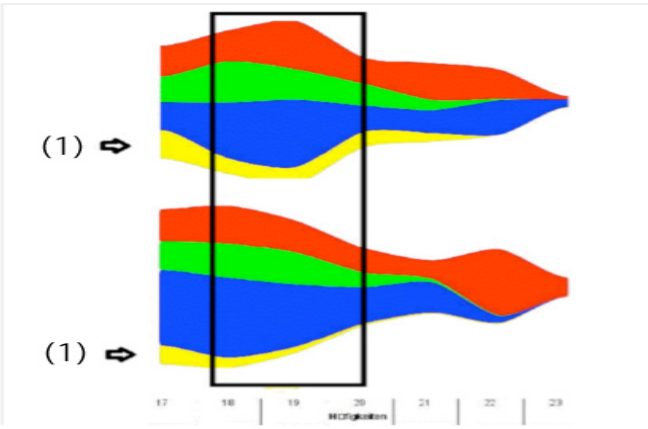

図 5：流量比較（上:月曜日，下:日曜日）

5. まとめ

本報告では，同一場所における異なる時期の人流情報を比較するための可視化手法を提案した．今後の課題として以下の点があげられる．

- スケッチによる経路抽出
- 主要経路に該当する動線のサンプリング表示
- 移動方向の表示

参　考　文　献

[1] 藪下，伊藤，経路情報の要約と可視化の一手法，芸術科学学会論文誌，Vol. 10, No. 3, pp. 167-178, 2011.

[2] 大西，依田，大型複合施設における長期間にわたる人流比較と可視化手法，電子情報通信学会論文誌 (D), Vol. J93-D, No. 4, pp. 486-493, 2010.

[3] A. Y. Ng, M. I. Jordan, Y. Weiss, On spectral clustering: Analysis and an algorithm, Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), Vol. 14, Issue 14, pp. 849-856, 2001.

[4] S. Havre, B. Hetzler, L. Nowell, ThemeRiver: Visualizing Theme Changes over Time, IEEE Symposium on Information Visualization, pp. 115-123, 2000.

Copyright ©2012 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.