

人流の可視化のための移動データの段階的要約手法

林夏美^{†1} 白石陽^{†2}

概要: GPS の普及や位置推定技術の発展により、人の移動した軌跡のデータが収集され移動データとして可視化・分析されている。人の移動の手段には徒歩の他に自家用車やバス・タクシーなどがあり、人の移動を分析する場合には異なる複数の移動手段での移動を同時に可視化する必要がある。その場合、それぞれの移動手段は異なる移動速度をもっているため、主にどの移動手段に注目するかにより可視化する範囲が異なる。しかし、可視化の範囲が広範囲にわたる場合に、狭い範囲を可視化するために用いた詳細なデータをそのまま用いると結果が複雑になり可読性が低下してしまう。そこで本稿では、複数の異なる範囲で人の移動を可視化するための段階的な移動データの要約手法を提案する。要約に必要なパラメータを決めて要約結果を評価するために、函館市の地図データと擬似移動データを用いて実験を行った。結果として、道路ネットワークデータ・移動データともにデータ量を減らし要約することができた。提案手法は、異なる範囲にわたる都市交通状況の可視化を行う助けになると考える。

Stepwise Summarization of People Tracking Data for Visualizing People Flow

NATSUMI HAYASHI^{†1} YOH SHIRAIISHI^{†2}

Abstract: People tracking data are easily collected with GPS devices and location estimation techniques, and the data are visualized and analyzed for various kinds of purposes. For moving, many transportation means are available, for example, buses, taxis, and bicycles. The visualization for analyzing people flow needs to include moves by multiple transportation means. Since each transportation means has different speed, the size and scale of the visualized area depend on speeds of focused transportation means. However, if we use detailed tracking data for visualizing a small area, the visualized data becomes difficult to understand for visualizing a large area. We propose a method of stepwise summarization people tracking data for visualizing people flow. Experiments using road network data of Hakodate city and pseudo tracking data were conducted for adjusting parameters required for our summarization method and evaluating the results of summarization. As a result, experimental results show that our method can reduce data volume of road network data and tracking data. Our proposed summarization method will help to visualize the state of city traffic covering multiple areas with different sizes and scales.

1. 背景

GPS (Global Positioning System) などの位置測位システムが携帯端末に組み込まれたことで、人の移動データの収集が容易になりそのデータを可視化・分析する機会が増えている。移動データを可視化し移動経路や手段・時間を分析することで新たな知見を得ることができる。移動データの可視化と分析に関する例として、屋外において動線解析としてイベント会場での歩行者の移動傾向の発見を行う研究や、屋内において小売店舗の売り上げを向上させるために店舗内の人の移動を分析している研究が行われている[1, 2]。分析を行うことで、文献[1]ではイベントが行われるスペースに集まる人の所属に偏りがあること、文献[2]では購買品数が多い客は店舗中央の棚を多く通ることなどの知見が得られている。

人の移動データの可視化と分析において、対象とする移動データが同じでも、その目的が複数ある場合がある。例えば、タクシー会社が観光客を乗せるためのタクシーの配車を効率化させたい場合において、狭い範囲で食堂を探しながら移動する観光客はどのような経路をたどるのかを可

視化したいという目的と、ある観光スポットから別の観光スポットまでの広い範囲を移動するとき観光客が多く使う経路・交通機関はどのようなものかを可視化したいという目的など、複数の目的が考えられる。このような複数の可視化を同一のデータで行う場合、狭い範囲の可視化をするための詳細な移動データを用いて広い範囲を可視化すると、無駄な道路や移動が増加し注目する移動が見えなくなってしまう。また、もし広い範囲の可視化をするための大まかな移動データで狭い範囲を可視化すると、必要な細かいデータが不足し目的が達成できなくなってしまう。つまり、可視化の目的に適した詳細度の移動データが必要である。しかし、ユーザにとって目的ごとに異なる詳細度の移動データを用意することは負担である。そこで、複数の広さの範囲における異なる目的のための可視化をひとつの移動データで行うために、本研究では移動データを要約する手法を提案する。詳細な移動データを段階的に要約することで、詳細度が異なる移動データを作成でき、複数範囲を対象とする可視化を行うことができると考える。

また、本研究で移動データとは、GPS などの位置測位システムで屋外を道路に沿って移動した場合の軌跡データを指すものとし、その移動をどの移動手段で行ったかという情報を含むこととする。

^{†1} 公立はこだて未来大学大学院システム情報科学研究科
Graduate School of Systems Information Science, Future University Hakodate.
^{†2} 公立はこだて未来大学システム情報科学部
School of Systems Information Science, Future University Hakodate.

2. 関連研究

本章では、移動データの詳細度を可視化と分析のために変更している研究について紹介する。移動データは地図に関するデータと対応付けられ可視化・分析されることが多いため、関連研究として地図データと移動データのそれぞれを要約している研究について述べる。

本研究では、地図データとして道路網のみを表現する道路ネットワークデータを対象とするため、道路ネットワークデータの要約に関する研究について述べる。特定の移動データのために道路ネットワークデータの詳細度の変更を行っている研究として、文献[3]では、交通シミュレータを作成している。この研究では車両の移動をシミュレートするために、道路ネットワークデータから車両の移動に関係のない歩行者専用道路や車の通れない道路を削除して車両が移動できる道路のみを含んだ道路ネットワークデータを作成している。また、文献[4]では携帯端末用の略地図を生成している。この研究では地図をグラフモデルで表現し、道路の形状が基盤の目・楕円・半円状になっている部分の余分なノードを削除することでデータ量を削減した略地図を生成している。ここでグラフモデルとは、地図を交差点・カーブの湾曲点を表現するノードとノードをつなぐリンクで表現するモデルのことを指す。これら二つの研究では、データ利用の目的に必要な部分・余分な部分の削除を行うことで道路ネットワークデータの詳細度を変更している。

移動データの詳細度を変更する方法として移動データの統計データを利用している研究について述べる。文献[5]ではタクシーの移動データを用いた経路推薦を行っている。この研究では、ランドマーク間を短時間で移動する経路を推薦するために、タクシーの移動データからクラスタリング手法を用いてランドマークマップを生成している。また、文献[6]では都市での交通状況を把握するために首都圏を移動する人の主動線分析を行っている。この研究では、人の移動の主動線を抽出するために、移動先が複数の候補の中から確率的に選ばれかつ時間依存するような移動をモデル化できる混合準マルコフモデルを用いた遷移モデルを提案している。さらに、文献[7]では都市交通のエネルギー管理をするために電気自動車の充電を考慮した交通流のシミュレーションを行っている。この研究では、交通量と車両密度の特性を用いた交通流のモデルに電気自動車の移動を組み込んだ新しいモデルを提案している。これらの研究においては、詳細な移動データを統計的に処理することで個人の移動ではなく全体的な移動傾向を把握し、分析目的のために利用している。

3. 提案手法

まず、移動データの要約手法を提案する上で解決しなけ

ればならない課題と解決方法のアプローチについて述べる。要約とは一般的に「要約対象データの重要な部分を」「元のデータ量より少なくする」ことである。よって、詳細な移動データを要約するためには、以下の二つを行う必要がある。

- A. 可視化の目的に重要な移動データの選択
- B. 可視化の目的に重要でない移動データ（A 以外のデータ）の削除

一つ目の課題について、可視化に重要かどうかはその移動データの移動体がどの道路の上を移動しているかによって決まると考えられる。例えば、食堂を探す観光客が通る経路を可視化する場合には細かい路地を移動しているデータがあればよく、観光スポット間を移動するのによく利用される経路を可視化する場合にはバス通りや国道など幹線道路を移動しているデータがあれば小さな道を移動しているデータはなくてもよい。よって、提案手法では移動データの移動体が移動している道路の属性を可視化の目的に重要かどうかの選択基準にすることとする。ここで道路属性とは、バス路線や国道などの、道路に沿った距離のある線として表現できるものとする。ただし、現実の道路は図 1 に示すように複数の属性を持っており、それぞれの道路属性は可視化の目的に応じて重要度が異なるため、それを表現する必要がある。

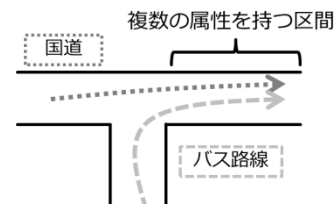


図 1 複数の道路属性を持つ道路のイメージ

二つ目の課題については、道路属性に基づいて道路ネットワークデータを削除することでその上を移動している移動データが削除できると考える。さらに、それ以上に要約が必要な場合には移動データの統計量を計算し全体的な移動傾向のみを残すことでそれ以外の移動データが削除できると考える。ただし、統計データをどのように可視化するのかについて決定する必要がある。

それぞれの課題に対する解決方法のアプローチをまとめると以下ようになる。

- a. 道路ネットワークデータの道路属性に基づき選択
- b. 道路ネットワークデータを削除することでその道を移動している移動データを削除

3.1 対象とするデータモデルとシナリオ

本研究で対象とする道路ネットワークデータと移動データのモデルについて述べる。本研究では、ノードとリンクで道路網を表現するグラフモデルを用いて道路ネットワークデータを表現する。グラフモデルを用いた道路ネットワークデータでは、道路属性は複数のノードの集合として表現される。また、複数の道路属性を持っていることと道路属性の重要度の順序を表現するために、道路属性を重み(数値)に変換することを考える。道路属性に対応するノードにはその道路属性に対応する重みを持たせ、複数の道路属性を持つノードにはそのノードに対応する全ての道路属性の重みの合計値を持たせることとする。また、本手法で対象とする交通データは時系列の位置データとし、道路ネットワークデータとの関連付けがなされているものとする。ここでいう関連付けとは、移動データの緯度・経度の位置データが道路ネットワークのどのノードまたはリンクにあたるかを対応付けることであり、その手法の一つであるマップマッチングに関する研究が国内外でなされているため[8, 9], その手法を利用することを想定し本研究では関連付けに関しては検討外とする。それぞれの位置データは緯度経度・その場所に存在した時刻・その移動を行った移動手段を持っていることとする。

提案手法を適用するシナリオとして、可視化したい道路属性が決まっている場合や、可視化する移動体の移動が道路属性に基づく場合を想定する。適用シナリオの例を表 1 に示す。

表 1 適用シナリオの例

可視化の場面	可視化の目的 (上:狭い / 下:広い)	道路属性
生徒の通学の可視化	通学路以外でよく使われている道の調査	通学路
	通学路の使用状況の時間推移の調査	細かい路地
バスに乗り降りする乗客の可視化	乗客の乗車前・降車後の移動の調査	バス路線
	バスの運行と乗降者の関係の調査	細かい路地
タクシーの運行の可視化	タクシーの乗降が多い場所の調査	国道
	タクシーがよく走る道の調査	幹線道路

3.2 提案手法の流れ

提案手法の具体的な流れは以下のようになっている。道路ネットワークデータの要約はしきい値として可視化範囲に含まれるノード数の上限を利用して行う。グラフモデルは交差点をノードで表すことから、可視化範囲に含まれるノード数と道路ネットワークデータの詳細度に関連があることが考えられるためである。

- i) ユーザが可視化範囲を入力する
- ii) 要約のしきい値・道路属性の重みを決定する
- iii) 道路ネットワークデータを要約する
- iv) 移動データを要約する
- v) 可視化結果をアニメーションとして出力する

入力可視化システムの GUI からユーザが行うものとし、出力はその GUI 上で行われるものとする。手順 ii)では、具体的な要約のしきい値と道路属性の重みを決定するが、これについては4章で予備実験を行い検討したため4章で詳細に述べる。手順 iii)と手順 iv)について、以降の項で説明する。

3.2.1 道路ネットワークデータの要約

道路ネットワークデータの要約は、しきい値であるノード数の上限を下回るように最小の重みを持つノードの削除を繰り返すことで行う。削除にあたり、重要な道路属性を持つノードに接続していたノードは接続していないノードに比べてより重要であることを反映するために、あるノードを削除する際に、そのノードの重みを削除しないノードへ受け渡す。例えば、バス路線のノードに接続する国道のノードを削除する際に、そのバス路線のノードが国道のノードに接続していたことを重みとして反映するために、国道のノードの重みをバス路線のノードに渡す。その際、削除されるノードから重みを受け取ったノードの重みが過度に増加する可能性がある。具体的な例として、削除するノードと重要な道路属性をもつノードが接続している道路の状況として代表的と考えられるパターンの一つを図 2 に示す。図 2 中の太枠のノードは細枠のノードよりも重要な道路属性を持っていることとする。ここで、中央のノード b の受け取る重みについて考える。

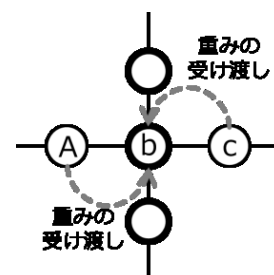
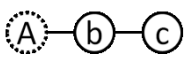
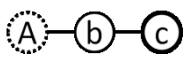
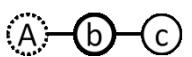
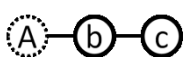


図 2 十字路において重みの受け渡しが発生する例

ノード b は両側のノード A, c から重みを受け取るため、ノード A, c の重みをそのまま受け取った場合ノード b の重みが過度に増加してしまう。よって、それを防ぐために補正值を用いる。補正值を決めるにあたり、重みを受け渡すノードが重複して重みを受け取るかどうかを判断するためには、ノード A に注目すると、削除するノード A が接続している中央のノード b の重みの他にその先のノード c の重みを確認する必要がある。よって、補正值は削除するノ

ードと削除するノードに接続するノード(隣接ノード), 隣接ノードに一番近いノード(最近傍ノード)の重みのパターンで決定する. 図2の場合bは両隣から重みを受け取ることを考慮し補正値を1/2とし, それに準じて表2のようにノードの重みのパターンとそれに対応する補正値を決定した.

表2 重みのパターンと補正値

パターン (グラフ)	パターン (重み)	補正値
	$D = N = NN$	0
	$D = N < NN$	1/4
	$D < N > NN$	1/2
	$D < N \leq NN$	1

D: 削除対象ノード N: 隣接ノード NN: 最近傍ノード

道路ネットワークデータの要約の流れを具体的な例を用いて説明する. 図3のような道路ネットワークデータを要約する場合を考える. 削除対象ノードは図3中(ア)の(A)とする. また, 文字入りのノードは全て重みを持っていることとし, 特に(a), (c), (d), (e)の重みは(A), (b)よりも大きいものとする.

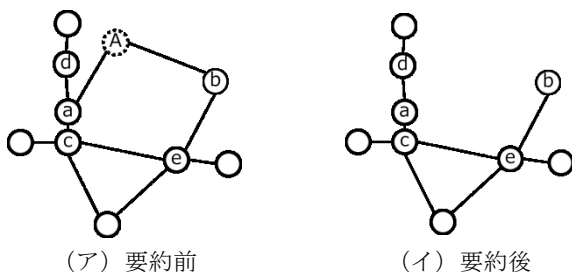


図3 要約前と要約後の道路ネットワークデータ

まず, 削除対象ノード(A)の重さを隣接ノード(a), (b)の数で割り算する. 割った重みを W_a とする. その後, それぞれの隣接ノードに一番近いノードである最近傍ノード((a)の場合(c), (b)の場合(e))を探し, 隣接ノードと最近傍ノードの重みのパターンに応じて補正値 T を決定する. (A), (a), (c)の重みの大小は, 表2の「 $D < N \leq NN$ 」のパターンであるため, T_a は1となり, (A), (b), (e)の重みの大小は「 $D = N < NN$ 」のパターンであるため T_b は1/4となる. そして, 隣接ノードの重みを, 割り算した重みと補正値をかけたものに隣接ノードの元の重みを足し算したものに更新する. (a), (b)の元の重みを W_a , W_b とすると, (a)の新しい重みは $W_d \times 1 + W_a$, (b)の新しい重みは $W_d \times 1/4 + W_b$ となる. 隣

接ノードの重みの更新後, 削除対象ノードとそれに接続するリンクを削除する. 要約後の道路ネットワークデータは図3の(イ)のようになる. このような手順で道路ネットワークデータを要約する.

3.2.2 移動データの要約

移動データの要約は, その移動データが関連付けられている道路ネットワークデータを削除することで行い, 可視化の範囲が大きくなった場合は統計値の計算を行う. ただし, 具体的な統計値はユーザの目的に合わせて決定するものとする. 統計値の計算を行う場合の交通データの要約の手順を以下に, 要約前と要約後の交通データの例を図4に示す.

- i) 単位時間ごとに交通データの統計値を計算する
- ii) 必要ならばリンクを統計の単位ごとに分ける

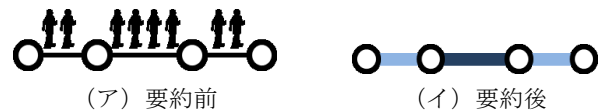


図4 要約前と要約後の交通データ

4. 実験と考察

提案手法で用いるパラメータを決めるための予備実験, また提案手法を適用した結果を確認するための実験を行った. 予備実験で決定しなければならないパラメータは, 道路ネットワークデータの要約に必要な各道路属性の重み, 要約のしきい値の二つである. 本実験では, グラフモデルに適用させた RandomWaypoint 法[10]を用いて擬似データを作成し, 移動データとして使用した. また, 道路ネットワークデータについては OpenStreetMap[11]からダウンロードしたものを用いた.

実験を行うにあたり, 可視化のシナリオと道路属性の決定を行った. 移動データは擬似データであったため, 移動体の移動パターンが模倣しやすく, 道路属性の重要性が客観的にわかりやすいシナリオとして, イベント終了後の300台の車両の移動および50人のバス乗客の降車後の移動の2種類を用いた. また, 道路属性はシナリオに合わせ, 重要度の高い順にバス路線・国道・県道とした. バスの運行にはバス路線が重要であり, 国道や県道などの幹線道路は車両や歩行者によく利用される道路であるからである.

可視化範囲は図5に示す5段階の広さの函館市街地であり, 矢印の先の赤い丸の位置を仮のバス停とした. 段階的な要約を行うための5段階の可視化範囲は次のように決定した. まず函館市街地をカバーする最大の広さを決め, 次に地図と認識できる最小の広さを決め, それから全体が5段階になるように中間の可視化範囲を決めた. 可視化の範

圏は、一番狭い範囲を Area 1、一番広い範囲を Area 5 とする。

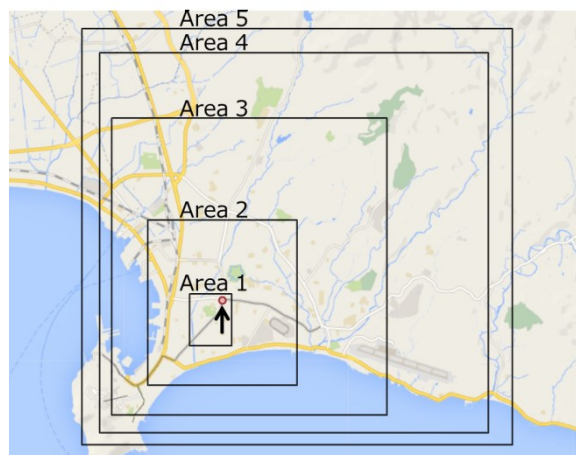


図5 実験の対象とした可視化範囲

また、実験に用いたデータベースの構成について述べる。実験で用いたデータベースは、移動データに関するものと道路ネットワークデータに関するものの二つで、移動データのデータベースは移動体一つにつき一つの移動データテーブル（表 3）を持つ。道路ネットワークデータのデータベースはノードテーブル（表 4）とリンクテーブル（表 5）の二つのテーブルからなる。

表 3 移動データテーブルの構成

属性名	内容
id	移動体の識別番号
time	時刻（年/月/日 時:分:秒）
latitude	その時刻における緯度
longitude	その時刻における経度
means	その時刻における移動手段
link_id	その時刻の位置に対応するリンク id

表 4 ノードテーブルの構成

属性名	内容
id	ノードの識別番号
latitude	ノードの緯度
longitude	ノードの経度
attribute_1	ノードがバス路線であるかどうか
attribute_2	ノードが国道であるかどうか
attribute_3	ノードが県道であるかどうか

表 5 リンクテーブルの構成

属性名	内容
id	リンクの識別番号
start_id	リンクの始点のノードの id
end_id	リンクの終点のノードの id
distance	リンクの長さ

4.1 道路属性の重みとノードの上限値を決定する実験

道路属性の重みとノードの上限値の具体的な数値を決めるため、複数の重みセット・複数のノード数の上限値を用いて道路ネットワークデータを要約し、その結果を比較した。比較を行った道路属性の重みセットを表 6 に、ノードの上限値を表 7 に示す。各重みセットは、道路属性間の差が変わるように設定された。上限値は、一番小さい範囲に含まれるノード数である 411 を下回らない最大の区切りの良い数とそれを倍にした数を決定し、その後最大値から 100 ずつノード数を減らしながら決定した。

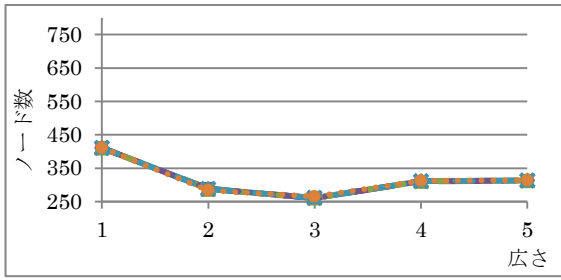
表 6 実験に使用した重みセット

重みセット 番号	重み		
	バス路線	国道	県道
(1)	3	2	1
(2)	5	3	1
(3)	8	4	2
(4)	30	20	10
(5)	60	40	20
(6)	100	10	1

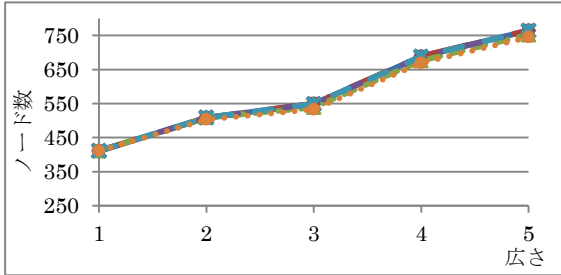
表 7 実験に用いたノードの上限値

上限値番号	上限値
(a)	450
(b)	500
(c)	600
(d)	700
(e)	800
(f)	900

ノード数の上限ごとにそれぞれの重みセットを用いて要約した道路ネットワークデータに含まれるノード数の変化のグラフを図 6 に示す。実験では 6 種類の上限値が比較されたが、ここでは(a) 450 の場合と(f) 900 の場合のみ示す。



(ア) 上限値 450 の場合のノード数変化



(イ) 上限値 900 の場合のノード数変化

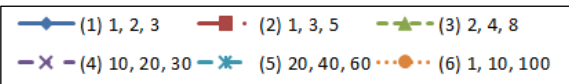


図 6 各範囲における上限値と重みセットごとのノード数変化

これらのグラフにおいて、横軸の数字が大きくなるほど可視化の範囲が広がるため、通常であれば可視化範囲に含まれるノード数が多くなりグラフが大幅に右上がりになる。しかし、ノード数に上限があるため要約が発生し、上り幅が小さい、もしくは右下がりになっていることがわかる。図 6 の (ア) (イ) の両方でそれぞれの重みセットを用いた際のノード数に大きな差が見られないことから、道路属性の重みについては重要度の順序さえ考慮すれば機械的に重みを決定できると言える。しかし、それは一方で重要度に大きな差がある場合にそれを表現できないという問題が起きる可能性があり、提案手法での重みの扱いを再検討する必要がある。

また、上限値について、重みセットを(6)に固定した場合の上限値ごとのノード数の差のグラフを図 7 に示す。

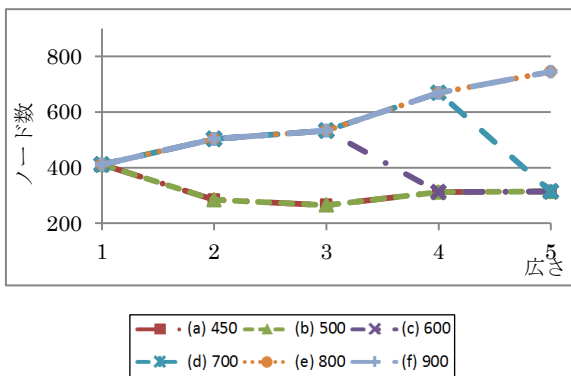
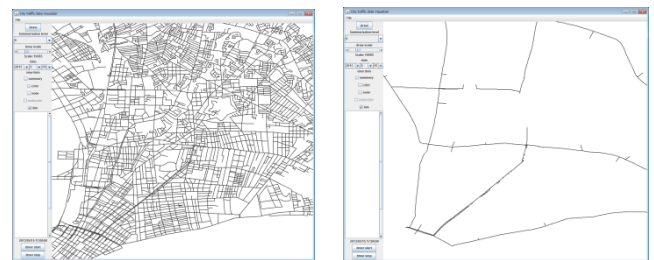


図 7 重みセット(6)の場合の上限値によるノード数変化

ノード数の上限値については、可視化範囲に含まれるノード数が可視化の詳細度が大幅に上下しないようになる、つまりグラフが緩やかに右上がりになる形が望ましいと考える。よって、今回用いたデータでは一番小さい範囲に含まれるノード数の 450 のおよそ倍である 800~900 が上限値としてふさわしいと考える。今後は、この最小の範囲に含まれるノード数の倍を上限値として用いるという仮説を検証するための実験を行う必要がある。

これらの結果から、道路ネットワークデータの可視化結果を確認するために、重みセット(6)を用いてノード数の上限値を 900 とし、Area 2 の道路ネットワークデータを要約した。要約前と要約後の可視化結果を図 8 に示す。

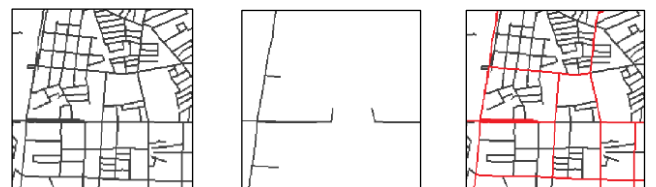


(ア) 要約前

(イ) 要約後

図 8 要約前と要約後の道路ネットワークデータ

図 8 から、道路ネットワークデータを要約することで見るべき道路の本数が減っていることが確認できる。さらに、地図の概形が読み取れるように要約できていることが確認できる。しかし、要約後の道路ネットワークデータの道路が途切れてしまっていることも確認できる。



(ア) 要約前

(イ) 要約後

(ウ) バス路線

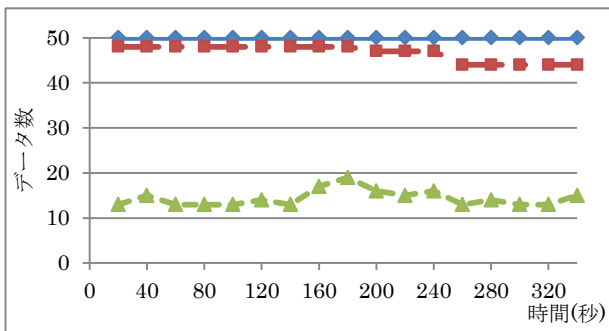
図 9 分断された道路ネットワークデータの詳細

図 9 に要約前と要約後の道路ネットワークデータの途切れている部分を拡大したものを示す。図 9 の (イ) の横方向の道路は県道、縦方向の道路は国道であり、バス路線は図 9 の (ウ) に示した通りである。図 9 より、要約後の道路ネットワークデータでは横方向の直線の道路が途切れてバス路線のみが残っている。途切れた先の道路が分断されているのは、ノードを削除する際に重みを渡す処理により、重みを渡されたノードが擬似的に点の属性を持つことになっているためであると考えられるため、ノードを削除する際に補正值以外にリンクを保持するような処理を行うことも必要である。ただし、可視化結果の地図は道路属性ごと

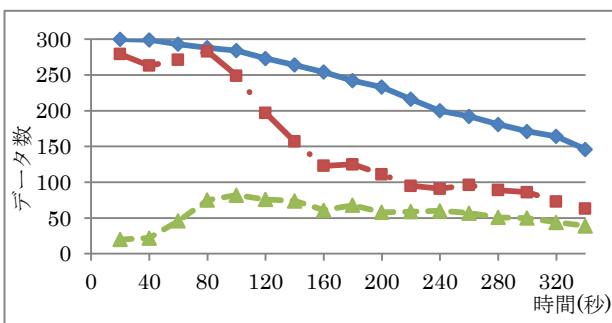
に可視化するしないを切り替えるだけの可視化では得られないような地図になったため、重みを他のノードに渡しながらか削除する手法の利点がいかせていると考え、その特徴を残したままにすることも重要である。

4.2 移動データの要約実験

移動データの要約の度合いを確認するために、移動データ数の要約前と要約後の時系列変化のグラフを歩行者・車両それぞれについて図 10 に示す。統計値は単純なものを用いるためにリンク上の移動体の合計とし、要約は図 8(イ)に示されているようなリンクの接続性の関係から上限値を設定せずに道路属性の有無のみを用いた。「要約前」は要約前の道路ネットワークデータ上を移動する人数(台数)、「要約後(移動体数)」は要約後の道路ネットワークデータを移動する人数(台数)、「要約後(リンク本数)」は要約後の道路ネットワークデータに対して交通データの統計値を計算した後の色のついたリンクの本数である。また、要約前の移動データと要約後の移動データの可視化結果を図 11 に示す。



(ア) 歩行者 50 人の移動データ数変化



(イ) 車両 300 台の移動データ数変化

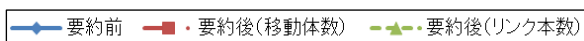
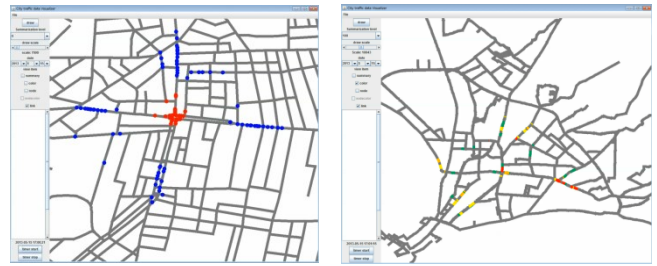


図 10 移動データ数の時系列変化



(ア) 要約前 (イ) 要約後

図 11 要約前と要約後の移動データ

図 10 において要約前の移動体数よりも要約後の移動体数が少ないことから、移動データの要約によってユーザが見なければならない移動データの数が減少したことがわかる。図 11 より、移動データの要約により広い範囲での移動データの可読性が向上したと言える。ユーザは、移動データの要約がない場合図 11 の (ア) 内の赤い点のように個別の移動体の動きを追う必要があるが、移動データを要約することで図 11 の (イ) のように色つきのリンクを見るだけでよくなる。ただし、今回の実験ではリンクが連結している道路ネットワークデータを使用したが、道路ネットワークデータの要約実験の結果リンクが切断されたことを受け、統計データを表示する方法について再検討する必要があると言える。

5. まとめ

本研究では、人流を可視化するために、道路ネットワークデータの要約と移動データの要約という二つの段階で移動データを段階的に要約する手法を提案した。具体的には、道路ネットワークデータの要約として、地図をグラフモデルという空間モデルで表現し、ノードに道路属性を数値の重みとして付加し、ノードの重みを他のノードにふりわけながらしきい値を基準に削除する方法を提案した。また、交通データの要約として、時間単位ごとに移手段ごとに交通データの統計量を計算し、統計量の大小をリンクの色の違いとして可視化する方法を提案した。実験結果より、提案手法を適用するために必要なパラメータに関する検討事項があるものの、提案手法を用いて都市交通データの段階的な広さにおける可視化のための要約ができることを示した。

今後の課題として、今回得られた道路属性やノードの上限値の決定方法の指針を異なる地域における異なる移動データを用いて確認することや、可視化後のデータが可視化の目的を達成できるかどうかの評価を行うことなどが考えられる。

参考文献

- 1) 浅原彰規, 佐藤暁子, 丸山貴志子, “屋内外動線解析による歩行者行動の分析と実験的評価”, 情報処理学会研究報告 (UBI), Vol.24, No.24, pp.1-8, 2009.
- 2) 藤野俊樹, 北澤正樹, 高橋雅和, 山田隆志, 山本学, 吉川厚, 寺野隆雄, “小売店舗内における顧客行動シミュレーションに関する研究”, 計測自動制御学会第 3 回社会システム部会研究会, pp.125-128, 2013.
- 3) D. Carlino, M. Depinet, P. Khandelwal and P. Stone, “Approximately Orchestrated Routing and Transportation Analyzer: Large-scale Traffic Simulation for Autonomous Vehicles,” Proceedings of the 15th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp.334-339, 2012.
- 4) 折原照崇, 柳澤政生, 戸川望, “特定形状を考慮した視認性の良いエリア略地図生成手法”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム, pp.2036-2043, 2013.
- 5) J. Yuan, Y. Zheng, C. Zhang, W. xie, X. Xie, G. Sun and Y. Huang, “T-drive: Driving Directions Based on Taxi Trajectories,” Proc. of the 18th SIGSPATIAL Int. Conf. on Advances in GIS, pp.99-108, 2010.
- 6) 浅原彰規, 寺本やえみ, 丸山貴志子, “PFLOW データを用いた主動線抽出方式の比較評価”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2012) シンポジウム, pp.1077-1084, 2012.
- 7) 園田隆, 小柳容子, 川口賢太郎, 小川浩, “環境に優しい都市計画シミュレータ Clean Mobility Simulator (電気自動車を含む交通評価シミュレータ) の開発”, 三菱重工技報, Vol.49, No.1, pp.86-91, 2012.
- 8) 宮下浩一, 寺田努, 田中宏平, 西尾章治郎, “目的予測型カーナビゲーションシステムのためのマップマッチング手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.75-86, 2009.
- 9) S. Brakatsoulas, D. Pfoser, R. Salas and C. Wenk, “On Map-Matching Vehicle Tracking Data,” Proc. of the 31st Very Large Data Base Conference, pp. 853–864, 2005.
- 10) J. Broch, D. A. Maltz, D. B. Johnson, Y. C. Hu and J. Jetcheva, “A Performance Comparison of Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Routing Protocols,” Proceedings of the 4th Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking, pp.85-97, 1998.
- 11) OpenStreetMap project, “OpenStreetMap,” [Webpage]. Available: <http://www.openstreetmap.org>.