

鉄道網を対象としたモバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの提案

有川 正俊・吉村 大希・木實 新一・藤田 秀之

Proposal of a mobile egocentric route browser for railroad networks

Masatoshi ARIKAWA, Taiki YOSHIMURA, Shin'ichi KONOMI and Hideyuki FUJITA

Abstract: The emergence and dissemination of IT (information technology) have changed map representation more dynamic, user-friendly and personalized. Egocentric representation for IT-enabled maps such as user-centered and heading-up mappings has become popular and standard on mobile computing environment because of their low impedance of visual communication and their easiness of finding matching among map, real and cognitive elements and spaces. We propose a new egocentric line-centered representation of maps including lines such as railroads and trip routes.

Keywords: エゴセントリックマッピング(egocentric mapping), デフォルメ地図(deformation map), モバイルユーザ環境(mobile user environment), 個人化(personalization), 鉄道網(railroad networks)

1. はじめに

地図表現の本質は、誇張と省略と言われている(森田, 1999 ; MacEarchren, 1995). 従来の紙を基本とする地図も、地形図のように多くの情報を正確に伝達する目的で作られたものもあれば、鉄道路線図のように、伝達する目的情報を少なくし、複雑な図形を単純化し、情報の省略が行われたものなど、用途に応じてさまざまな地図表現が存在する(Jabour, 2010). IT の出現・普及により、表現としても、経済的観点からも、ダイナミックな地図表現が可能となり、地図の個人化が進みつつある。自分位置を中心に入り、進行方向を上向きにするエゴセントリックマッピングは、視覚伝達性が高く、実世界との空間マッチングを取り易いという点で、モバイルユーザ環境の標準表現となっている。

本論文では、鉄道網を対象に、乗換を含むルートを直線状に表現する、線図形の単純化を基本にした新しいエゴセントリックマッピング表現を提案し、その有効性を議論する。

吉村大希 〒277-8568 千葉県柏の葉5-1-5

東京大学 空間情報科学研究センター

Phone: 04-7136-4291

E-mail: t.yoshimura@csis.u-tokyo.ac.jp

2. 研究の意義と目的

2.1 エゴセントリックマッピング

エゴセントリックマッピングの特徴は、人が瞬時に情報取得を行える点である。地図の中心を見れば自分の位置が分かり、ヘッディングアップ表示では今から行く場所は上に表示され、通り過ぎた場所は下に表示される。つまり、地図の上を見れば、これから見えてくる地物を容易に予測でき、また行動計画としての認知地図を構成できる。

本研究で提案する、ユーザのルートを直線化する表現方法により、ヘッディングアップ表示よりも長期の未来の自分の場所と方向と、今から訪れる場所と地物を容易に情報獲得できるという利点がある。つまり、容易にやや長期の未来で必要となる空間情報の取得を行いやすくなる。別の見方では、ヘッディングアップ表示を時間軸を長めに拡張した表現とも考えることができる。

2.2 測量地図とデザイナ地図

地図の主流は、距離・方向・形状などが正確な測量地図となっているが、一方、分かり易さの点から、視覚デザイナが作成したデザイナ地図もたくさん使われている。デザイナ地図は、図形の形

態を単純化したり、レイアウトの方向や間隔を数種類に制約することにより、見た目にも美しく、必要な情報が簡単に獲得できるようになる。一方、ウェブマッピングでは、縮尺の異なる地図を遷移するときに、連続性を保つために、測量地図やオルソ画像などジオコードされたコンテンツが主流であり、視認性が高いデザイナ地図は例外となっているのが現状である。

古地図や一般の写真やデザイナ地図をジオコードして、測量地図とオーバーレイして、行き来できる機能を持つITサービスも出てきている(日本地図センター, 2011)。オーバーレイの基本的な手法は、画像や図形のモルフィング操作を基本としており、デザイナ地図などは、もともとその表現の単純さに価値があったものが、モルフィングにより、醜く変形される。また、文字などは読みなくなるという問題も出てくる。これらの問題を避けるために、表示ではモルフィングは用いずに、デザイナ地図の視認性の良さをそのままにし、インタラクションにより、デザイナ地図と測量地図との同一点の対応関係で行き来できるITマッピングサービスが増えてきている。

本研究では、デザイナ地図の画像を、複数枚の断片画像に分割して、他の地図との対応関係を線マッチングを基本にすることにより、視認性を保ったまま、複数枚の地図を行き来できる点に特徴ある。この機構により、従来ウェブマッピングでは積極的に扱われてこなかった、デザイナ地図など多様な表現の地図を連続的に行き来できる新しいプラットフォームの実現が期待される。

2.3 縮尺とデザイナ地図

店舗までの到達方法を記述したデザイナ地図もたくさんあるが、幾何的な関係が正確でないために道に迷う危険性がある。店舗に確実に到達することを考えれば、測量地図で再確認するのが賢明である。

一方、小縮尺の場合は、航空機の航行など例外にして、日常生活においては、幾何的な情報が読みとれなくとも不便になることはない。この理由により、小縮尺の地図は、デザイナ地図に向くと言っても過言ではない。たとえば、東京の鉄道の

路線図は、測量地図よりもデザイナ地図の方がその視認性の高さから好まれる。

2.4 モビリティ・動的表現・インタラクション

エゴセントリックマッピングは、ユーザの位置や方向により、動的に表示が変わる。別の地図に移るときには、参照点や参照線が照合されて、フェード・イン／アウトすることより、今の記憶と次の記憶を楽に結び付けることが可能となる。

デフォルトの表現以外の別の表現が必要になった場合、容易に必要とする情報を取得できるユーザ環境を提供できるように、インタラクション・デザインが一般になされている。

公共交通機関の経路探索では多数の乗り継ぎなどが発生する等、都心部であるほど経路の線形は複雑になりがちである。本研究では、より視覚伝達性を高める表現の工夫として動的表現やデフォルメ表現を検討する。動的表現には、選択という行為により、ユーザ視点に沿って地図が動くという表現がインタラクティブ性を生み出す。また、デフォルメ表現により鉄道路線の線形を単純化し、ユーザにとって必要なない情報を表示しないことで視認性を高める(図1)。

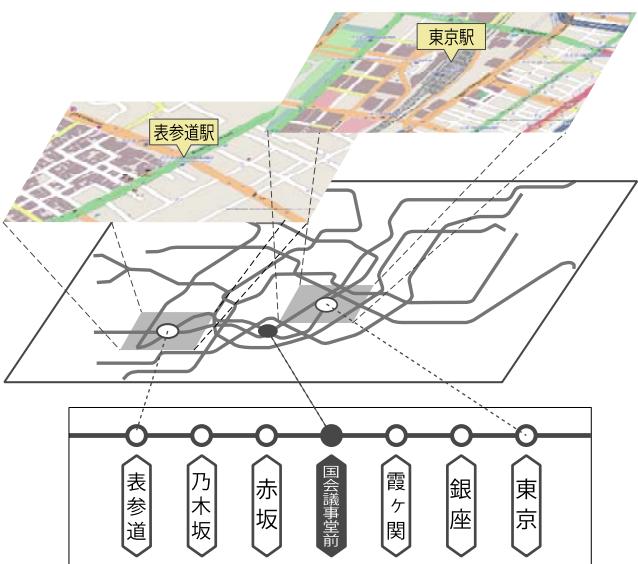


図1. モバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの利用状況の例
(表参道駅～東京駅間をモデルケースとして)

3. 研究方法

3.1 研究概略

全体地図と詳細地図を用意し、各地図の駅の座標を対応させる。全体地図と詳細地図を遷移できるようにする。駅を単純な丸に、各駅間の線路を線マッチング（図2）することで出発地点と到着地点を選択すると地図が動き、経路を一直線上に変換し、駅間の距離を等間隔にする操作を与える。直線状のナビゲーションは人々に認識されやすい特徴を持つ。変換後、画面の中心点であるユーザを固定し、目的地まで地図を移動させることでユーザ自身が移動しているように見せる。目的地に着くと角度を初期化し、全体地図に遷移することで、経路を再選択できるよう実装を行う。

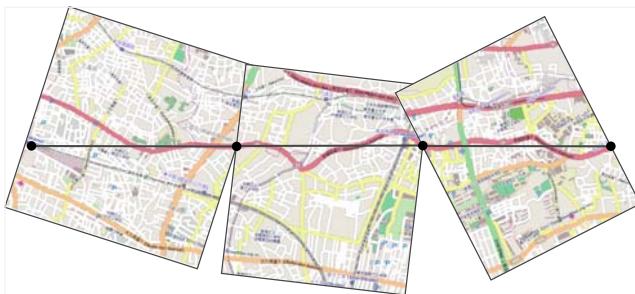


図2. ルートを使った、地図の線マッチングの例

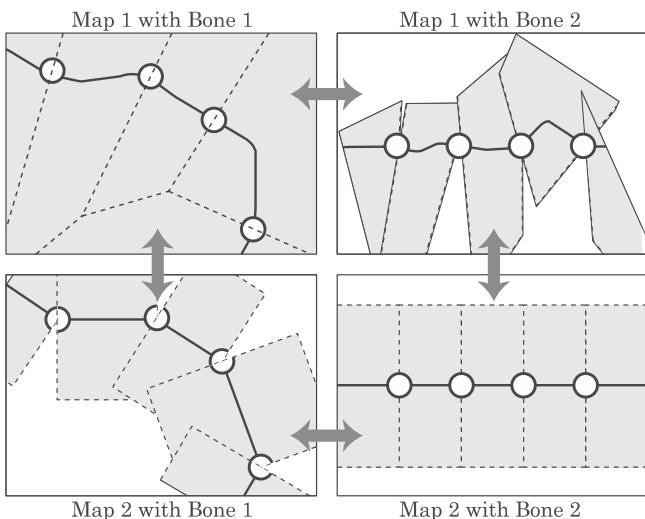


図3. 2枚の地図の線マッチングと相互遷移の概念

3.2 線マッチング

図3に、2枚の地図の線マッチングのプロセスの概念図を示す。2枚の地図でそれぞれマッチングしたい骨格（bone）を指定し、骨格を合わせた場合に、その骨格の周辺である断片画像をどのように幾何変換するかに関するイメージを表現している。

図4は、背景地図画像を断片し、断片画像の形を整ったものにするための単純化を施した例と骨格を線マッチングして、補正断片画像を幾何変換した結果の例である。なお、線マッチングの一連の処理の詳細は、付録に掲載した。

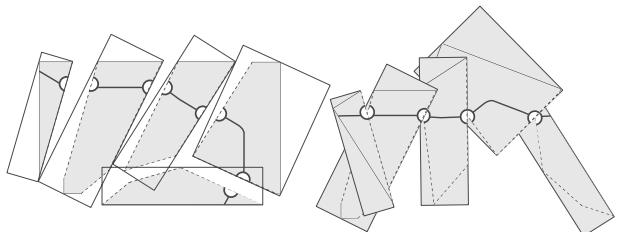


図4. 背景地図の分割と図形の単純化(左)と骨格の線マッチングと断片画像の幾何変換(右)

4. おわりに

本研究では東京23区内の一部区間をモデルケースにモバイル・エゴセントリック・ルート・ブラウザの提案を行った。今後の展開として地下鉄、関東全域の路線と順次拡大し応用することで、より利用度の高いサービスになるのではないかと考える。

インタラクティブで動的なサービスを作っても実際に利用され、評価されてこそ、本当に良いサービスとなる。今回は提案だけであるが、このようなサービスはタブレット形デバイスと相性が良いと思われる。タブレット型デバイスは現在のスマートフォンを利用する若者の層だけではなく、子どもや老人にとって使いやすい、画面の大きいタッチパネルのインターフェースを持つ。その特徴を利用し、実際に電車に乗り、タブレットに実装したサービスを利用してもらう。今回の提案を評価につなげ、改善していくことでより良いサービスになるのではないかと考えられる。このように、持ち運びに適したデバイスに本研究を実装することで、より複雑化した都市を移動しながら

ら、能動的に読み解くことができるのではないだろうか。

参考文献

- 森田 喬 (1999) 神の眼 鳥の眼 蟻の眼 - 地図は自分さがしの夢空間, 毎日新聞社.
- Alan M. MacEachren (1995) How Maps Work – Representation, Visualization, and Design, THE GUILFORD PRESS.
- Eddie Jabbour (2010) Mapping Information: Redesigning the New York City Subway Map. in “Beautiful Visualization”, Eds. Julie Steele and Noah Lliinsky, O'REILLY.
- 日本地図センター (2011) 東京時層地図, <http://www.jmc.or.jp/app/iphone/tokyo/>.

付録. 線マッチング地図の基本概念の定義

$$\text{地図 } MAP = \left\{ map_i \mid \begin{array}{l} (i = 1, \dots, m) \\ \wedge (map_i \text{ は断片地図}) \end{array} \right\}$$

- m は 1 つの地図 MAP を構成する断片地図の個数.

$$\text{断片地図 } MAP.map_i = (bone, IMG)$$

- $bone$ は、断片地図 map_i を構成する骨格.
路線図の場合は、路線の曲線に相当する.
- IMG は、断片地図 map_i を構成する背景地図画像.

$$\text{骨格 } MAP.map_i.bone = \left\{ seg_j \mid \begin{array}{l} (j = 1, \dots, n - 1) \\ \wedge (seg_j \text{ は線分}) \end{array} \right\}$$

$$\begin{aligned} \text{線分 } MAP.map_i.bone.seg_j \\ = (id, node_j, node_{j+1}, misc) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{節 } MAP.map_i.bone.seg_j.node_j \\ = (id, p(x, y), nodeName, misc) \end{aligned}$$

$$\text{背景地図画像 } MAP.map_i.IMG$$

$$= \left\{ img_k \mid \begin{array}{l} (k = 1, \dots, q) \\ \wedge (img_k \text{ は断片画像}) \end{array} \right\}$$

$$\text{断片画像 } MAP.map_i.IMG.img_k$$

$$= \left\{ pixel_{(s,t)} \mid \begin{array}{l} (s = 1, \dots, u) \wedge (t = 1, \dots, v) \\ \wedge (pixel_{(s,t)} \text{ は画素}) \end{array} \right\}$$

(基本アルゴリズム: 線マッチング地図の生成)

断片地図 map_1 を、断片地図 map_2 の骨格に合わせるアルゴリズムを以下に示す.

$map_{1 \rightarrow 2}$ とは、断片地図 map_1 を変形させ、断片地図 map_2 の骨格に合わせたデフォルメ断片地図である.

デフォルメ断片地図 $map_{1 \rightarrow 2}$

$$\begin{aligned} &= lineMatch(map_1, map_2.bone) \\ &= (bone_{1 \rightarrow 2}, IMG_{1 \rightarrow 2}) \\ map_1.bone.seg_q \\ &= map_2.bone.seg_r [map_1.bone.seg_q.id = map_2.bone.seg_r.id] \\ &= (map_1.bone.seg_q) \cdot T_{1_q \rightarrow 2_r} \end{aligned}$$

上記の式は、断片地図 map_1 を変形させ、断片地図 map_2 の骨格に合わせた.

デフォルメ断片地図 $map_{1 \rightarrow 2}$ は、その骨格すべての線分が、断片地図 map_2 の骨格に合っており、断片地図 map_1 の骨格の q 番目の線分を、 map_2 の骨格の r 番目の線分に合うように幾何変換する変換行列が $T_{1_q \rightarrow 2_r}$ である.

$T_{1 \rightarrow 2}$ とは、骨格全ての線分の変換行列の集合を意味する.

骨格の変換行列集合 $T_{1 \rightarrow 2}$

$$= \left\{ T_{1_q \rightarrow 2_r} \mid \begin{array}{l} (q = 1, \dots, n - 1) \\ \wedge (seg_j \text{ は線分}) \\ \wedge (map_1.bone.seg_q.id = map_2.bone.seg_r.id) \end{array} \right\}$$

以上.