

デフォルメ地図自動生成システムの開発

梶 田 健 史[†] 山 守 一 徳[†] 長 谷 川 純 一^{††}

スペースの限られたポスターやパンフレットなどにしばしば使われるデフォルメ地図（意図的な変形をともなう略地図）は、単に地図情報の伝達だけでなく人間の感性やデザイン感覚を表現するメディアとしても大変興味深い。本論文では、このようなデフォルメ地図を自動生成するシステムについて述べる。本システムの道路変形手順は認知地図の分野における「交差点の直交化」という心理モデルに基づく。また、道路変形にともなうランドマークの移動・変形には field morphing の手法を利用する。最後に、本システムの有効性を実際の道路地図を用いた実験で示す。

Development of an Automatic Generation System of Deformed Maps

KENJI KAJITA,[†] KAZUNORI YAMAMORI[†] and JUNICHI HASEGAWA^{††}

Deformed maps used often in posters and leaflets with limited space are very interesting media not only for guidance of particular locations, but also for representation of the designer's sensitivity. This paper presents a prototype system for automated generation of a deformed map from a real map. A road deformation procedure developed here is based on a psychological model called "road orthogonalization at intersections" in the field of cognitive map. Landmarks in the map are rearranged according to the results of road deformation results using the field morphing technique. In the paper, the results of application to practical map data will be shown with promising results.

1. はじめに

パンフレットやポスターなどには略地図がよく使われる。これらの地図は、限られたスペースを有効に利用するために、不必要な道路や建物を省略するだけでなく、道路の形状を単純化したり道路を規則的に配置するなどの変形が施されている。このような地図をここではデフォルメ地図と呼ぶことにしよう。人間はデフォルメ地図をコミュニケーションの手段として昔からうまく利用してきた。また、デフォルメ地図はデザイン性や美しさにその価値を求めて作成されることも多く、デザイナーの感性を表現する手段にもなっている。

本論文では、デフォルメ地図の生成過程をモデル化し、それに基づいて開発されたデフォルメ地図自動生成システムについて述べる^{1)~3)}。ここでは、認知地図の分野における「交差点の直交化」という心理モデル

に基づいて、位相構造を保存したまま道路の変形を行う手順を提案する。また、道路変形にともなうランドマークを移動・変形する方法も示す。デフォルメ地図の自動作成に関する試みは、これまでに2~3報告されているが^{4),5)}、それらは複雑かつ大量の地図情報の中から個々のユーザが必要とする経路情報を作成することを主な目的としており、本システムが生成するような2次元的な接続関係や位相構造を保持したデフォルメ地図とは異なる。経路案内を目的とした地図がパーソナルユースであるとすれば、我々のデフォルメ地図は不特定多数の人が同時に利用できるデフォルメ地図といえる。本稿では、最初に実際のデフォルメ地図に対する調査と分析の結果を示し、次にその調査結果と認知心理学的なモデルに基づく道路の変形手法ならびに点・線・面状ランドマークを適切な位置に移動させる手法を述べる。最後に、実際の地図データを用いた実験結果を示す。

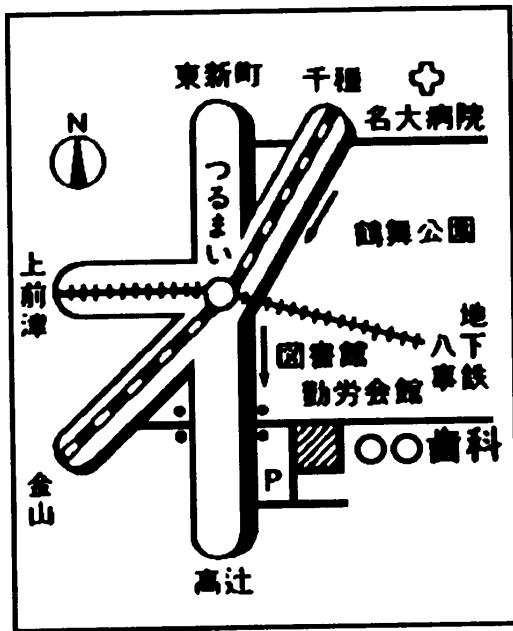
2. デフォルメ地図とその生成要因

図1の(a)と(b)は、ほぼ同じ地域を示す地図であるが、(b)はある歯科医院への道案内のために作られ

[†] 株式会社沖テクノシステムズラボラトリー
OkI Technosystems Laboratory, Inc.

^{††} 中京大学情報科学部

SCCS, Chukyo University

(a) 実際の道路地図⁶⁾

(b) デフォルメ地図

図1 同地域での地図の比較

Fig.1 An example of deformed maps.

たデフォルメ地図である。両地図を比較すると、(b)は道路・建物・交差点名などの情報がかなり省略されているうえに、道路の形状がすべて直線で描かれている。また、東西・南北を走る道路は紙面に水平・垂直に整列されている⁷⁾。

このようにデフォルメ地図は、その目的や要求に従って地図から情報を取捨選択し、道路に変形を加えることによって作成されると考えられる。目的や要求には

さまざまなものがあるが、それらは主に客観的なものと主観的なものに分けられる。

客観的要求には、最終目的地やそれに接続する道路など道案内図として必須の表示項目、あるいは紙面の大きさ・形状や地図上の道路の太さ・文字の大きさのように物理的制約からくるものがある。これらは、定量的な扱いが比較的容易である。

主観的要求は、伝える相手が人間であるために生じる要求であり心理的色彩が濃い。主なものに視認性・デザイン性・社会性などがある。視認性とは地図の分かりやすさである。目印となる交差点名や建物名は、たくさん載せた方が正確な地図になるが、多すぎるとそれらが逆に雑音となり視認性は低くなる。もちろん、目印の必要度や知名度なども考慮される。デザイン性の判断基準は個人の感性により違いがあるが、その中でも比較的一般性があるものとして、単純さ、統一性、規則性、幾何学性などがある。また、デフォルメ地図は社会性も反映する。たとえば、イラストなどを使ってレストランやホテルの高級感を強調したり、不動産の物件が駅から近く見えるように描いたデフォルメ地図はその職業や商品の社会的イメージを強調したデフォルメ地図といえる。

本研究で自動生成しようとするデフォルメ地図とは、デザイン性を重視し、2次元的な道路のつながりを保ったまま、その位相構造を壊すことなく道路の直線化や交差点の直交化が行われたものをいう。したがって、他の研究^{4),5)}で行われているような出発点から目的地への経路案内を行うための地図はここでは生成しない。

3. デフォルメ地図自動生成システム

ここでは、前章で述べた考察に基づいて、我々が試作したデフォルメ地図自動生成システムについて述べる。本研究はデフォルメ地図自動生成の可能性を知ることが目的であるため、デフォルメの最も基本的な要素である道路変形とランドマーク再配置を行うシステムを目標にした。

3.1 システムの概要

本システムは図2に示すように地図情報データベースと地図加工部に大きく分かれる。地図加工部は、ユーザの指示をもとに地図情報データベースから必要な情報を抽出し、道路変形、ランドマークの再配置、全体のレイアウトを行ったのち、結果を表示する。ユーザがシステムに指示する必須項目としては、最終目的地の位置がある。また、道順の案内図ならば出発点も指示する。

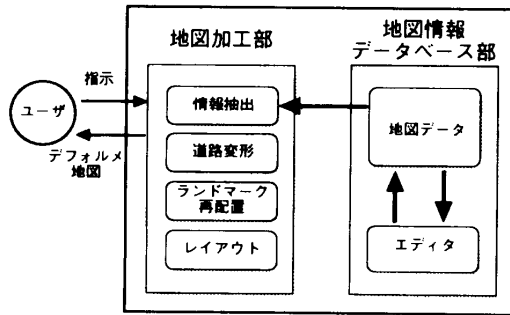


図2 システム構成

Fig. 2 System configuration.

3.2 地図情報データベース部

本データベース部におけるデータ構造の特徴は、道路の基本単位を「通り」としたことである。つまり「国道N号線」「XX通り」のように名前の付いた道路は、途中で他の道路と交差していても、連続した一本の道路として管理する。これは、道路が通りとして連続しているという情報がデフォルメを行う際に重要になると考えられるからである。

以上のような要件を満たすように地図情報データベースのデータ構造を設計し、これに基づいて実験的なデータベースを構築した。また、このようなデータの入力・編集作業を容易にするため専用地図エディタを作成した。それらの詳細は省略する。

3.3 道路変形の手順

図形の変形には、一般に全体の図形要素を並列的に変形する方法と個々の要素を逐次的に変形する方法が考えられる。人間がデフォルメ地図を作成するために道路を変形していく場合には、道路全体のバランスを見ながら、基本的には個々の道路を適当な優先順位をつけながら逐次的に変形していると考えられる。そこで本システムでは、この人間の逐次的な道路変形過程に基づいて道路の変形を行うことにする。逐次的な方法は、並列的な方法と比較して、処理結果全体のバランスや最適性を保証できないが、計算時間を短縮でき実現が容易である。

大まかな道路変形手順は以下のとおりである。

- (1) 前処理：道路がなるべく水平垂直に並ぶように地図全体を回転させる。
- (2) 節点分類とセグメント化：道路の節点を分類し、その結果を用いて道路をセグメント化する。
- (3) 方向量子化：各セグメントを一本ずつ回転・拡大縮小して水平垂直に整列させる。

なお、線図形を整形する他の手法として手書き図面の清書処理があげられる⁸⁾。しかし、そこでは限定された種類の形状や接続関係があらかじめ与えられてい

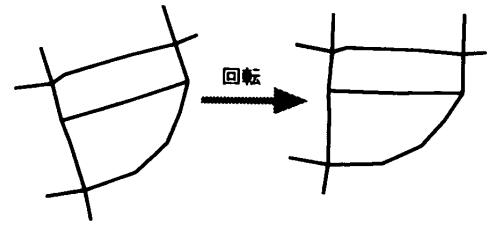


図3 道路全体の回転

Fig. 3 Rotation of the whole road in a map.

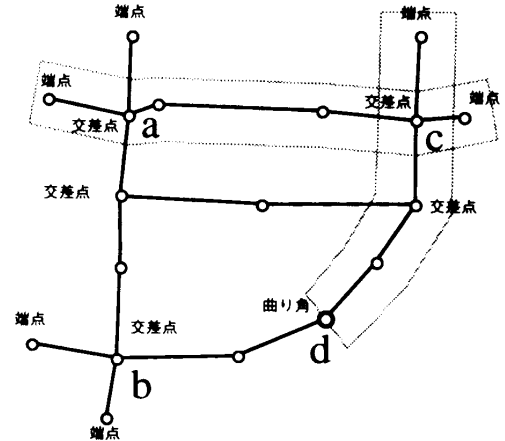


図4 節点の分類

Fig. 4 Classification of nodes.

るので、それらとのパターンマッチングが処理の大きな部分を占めると考えられる。一方、道路の変形の場合は、そのようなモデルをあらかじめ用意することが難しい。そのため手書き図面の清書処理とは異なる。

3.3.1 前処理

実際の地図では、道路が東西南北に規則正しく並んでいるように見えても全体が紙面に対して少し傾いている場合がある。そこで、以後の道路変形処理の負担を軽減するため、図3のように道路全体を回転させて、なるべく多くの道路が東西南北方向を向くようにする。具体的には、各道路の平均的向きでヒストグラムを作り、もし2つの大きなピークがあればそれらの位置が0度と90度（あるいはその逆）の位置にくるように全体を移動させる。この移動量の最小値が回転角になる。

3.3.2 節点分類とセグメント

ここでは、次に行われる道路の方向量子化のために、道路のすべての節点をその性質によって分類する(図4)。節点の種類には、交差点、端点、関節点、曲り角がある。交差点とは3つ以上の辺が接続している節点であり、端点とは辺が1つしか接続していない節点である。ただし、交差点の中には図4のa, b, cの

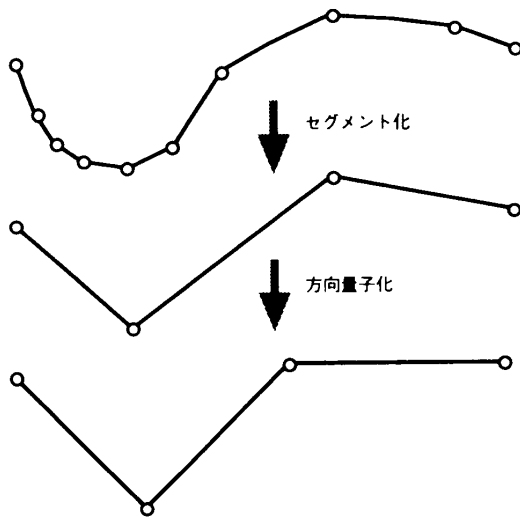


図5 セグメント化と方向量子化の説明図

Fig. 5 Illustration of segmentation and directional quantization of road pattern.

ように、それを取り除くことにより道路ネットワークを分離することができるような節点がある。このような節点は、交差点かつ関節点とする。曲り角(図4の節点d)とは、1つの通りをその両端を結ぶ直線で近似したときに、その直線からの距離がある許容範囲を超えかつ最も遠くなる点のことをいう。この定義は求められた曲り角を新たな端点とするような部分的な通りにも適用される。したがって、1つ通りの通りの中に複数の曲り角が見つかる場合もある。具体的には、区分的直線近似法を用いて道路を折れ線で近似することにより求める。許容範囲、すなわち近似の度合は、全長と折れ線までの距離の比率 r で与えられる。交差点・節点・関節点・曲り角のどれにも分類されなかった節点は、後の方向量子化の過程では使わないので、ここでいったん削除する。曲り角で分割した道路をセグメント(図4の破線で囲まれた部分)と呼ぶ。曲り角のない道路は全体が1つのセグメントになる。

3.3.3 方向量子化

交差点の交差角度が直角でなくても、人間にはそれを直角と見なす傾向があり、これは認知心理学の分野で交差点の直交化現象⁷⁾として知られている。このような交差角度を特定の少ない角度に代表させる人間の量子化処理は、最も基本的なデフォルメ処理と考えられる。そこで、ここでは道路の位相構造が崩れないようにしながら、交差点の接続角を45度単位の方法に量子化すると同時に、一続きの折れ線であるセグメントを直線状に整形する(図5)。

(1) 基本戦略

各セグメントは交差点や曲り角で相互に連結してい

るので、1つのセグメントだけに着目して方向量子化を行うことはできない。交差点間の位相関係に狂いが生じてしまうからである。そこで、セグメントを1つずつ位相関係に矛盾が生じない範囲で順に動かしていき、これを何度も繰り返すことで全体の変形を行う。

[アルゴリズム]

すべてのセグメントの方向を量子化するか、量子化可能なセグメントがなくなるまで以下の(i)~(iii)の処理を繰り返す。

- (i) すべての候補(未処理のセグメント数 × 方向 × 位置の組合せ)の集合を作成し、それぞれについて次の(2)で述べる評価値(移動のしやすさの程度)を求める。そして、それらの候補を評価値の高い順にソートする。
- (ii) セグメントの方向量子化が成功するか、候補がなくなるまで以下の処理を繰り返す。
 - (a) 最も評価値が高い候補を選択し、集合から取り除く。
 - (b) 選んだ候補の方向・位置でセグメント内の節点を移動して直線上に整列させる。
 - (c) 位相構造の矛盾が検出できなかつたら、方向量子化が成功したと見なし、処理済のマークをつける。
- (iii) 未処理の候補が残っているにもかかわらず方向量子化処理を進めることができなくなったら、バックトラックしてその時点で選択した候補よりも低い評価値の候補を採用して、処理を再開する。

なお、ここでいう位置とは節点を直線上に整列させる際の基準位置であり、セグメントの重心・両端などが考えられる。また、量子化の方向は、45度単位(水平、垂直、斜め)を原則とするが、他の道路との接続条件により上記以外の角度の選択も許す。

(2) 評価値

上記(1)で用いる評価値は、各セグメントの移動のしやすさの量として次の(1)式で定義する。

$$\frac{-K}{(d+1)\log m} \quad (1)$$

ここで、 d : 節点の総移動量($d \geq 0$)、 m : 量子化角度と現在の角度との一致度($1 \leq m \leq 0$)、 K : 定数($K > 0$)である。つまり、セグメントを構成する節点の総移動量が少ないほど評価値は高い。

(3) 位相関係の矛盾検出

セグメントの方向量子化を行うときには、セグメントを構成する節点を1つずつ移動させる。初期の状態では交差点以外の節点では交差しないので、交差点

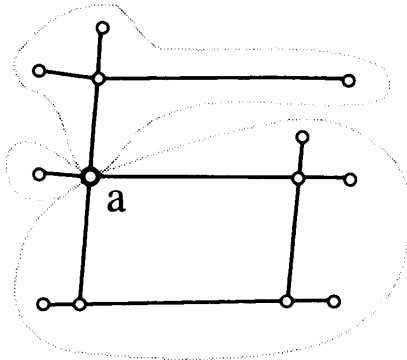


図6 関節点 a から見た部分道路ネットワーク
Fig. 6 Partial road networks specified by joint node a.

の移動により線分の新しい交差が生じたならば、道路ネットワークの位相構造に矛盾が生じたと判定する。

(4) 交差点の移動

交差点は他の道路と接続している節点である。交差点を方向量子化のために移動する場合は、すでに方向量子化したセグメントの直線性を壊してはならない。そのため、すでに方向量子化したセグメント上の交差点を移動させる場合は、節点の移動の方向をそのセグメントの方向だけに制限する。

とくに、関節点である交差点を移動する場合には次のようにする。たとえば、図6のaの関節点を考えた場合、道路網を3つの部分（部分道路ネットワーク、図6の破線で囲まれた各部分）に分割し、aを移動する際には、移動可能な部分道路ネットワークは単純に全体を平行移動させてデフォルメによる歪みが少なくなるようにする。

3.4 ランドマーク再配置の手順

道路変形にともない、建物・目印・池・川などのランドマークも再配置する必要がある。ここでは、ベクトルに基づくモーフィング手法を利用したランドマーク再配置手順について述べる。

3.4.1 モーフィング技法の利用

いま、図7に示すように1本の道路線分 PQ と1つのランドマークの位置 X が与えられたとき、その道路線分の長さや方向の変化に応じて X を道路線分に沿う方向にはその相対的位置が、また直交する方向についてはその絶対的距離が変わらないように移動させることを考える。これには field morphing の手法が利用できる⁹⁾。以下にその変換式を示す。

$$X' = P' + u(Q' - P') + \frac{v \perp (Q' - P')}{\|Q' - P'\|} \quad (2)$$

ただし、

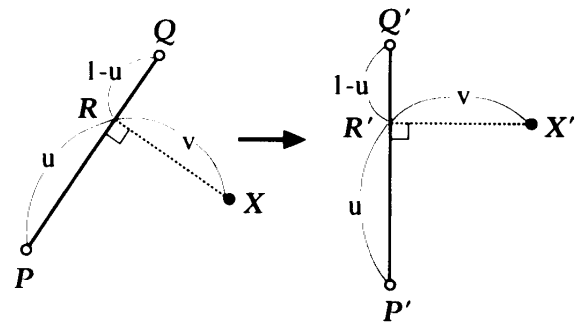


図7 field morphing の説明図
Fig. 7 Illustration of field morphing.

$$u = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)}{\|Q - P\|^2},$$

$$v = \frac{(X - P) \cdot \perp (Q - P)}{\|Q - P\|}$$

ここで、 P, Q は変形前の線分の両端の位置ベクトル、 P', Q' は変形後の位置ベクトル、 X は移動前の点の位置ベクトル、 X' は移動後の位置ベクトル、 $\perp A$ はベクトル A に直交し、長さが同じベクトルを表す。

また、2本以上の道路線分がある場合には、次の式(3)を用いて点 X の移動先 X' を求める。

$$X' = X + \frac{\sum_k W_k (X'_k - X)}{\sum_k W_k} \quad (3)$$

ただし、 X'_k は第 k 番目の道路線分による移動先であり、重み W_k は次式で与える。

$$W_k = \left(\frac{\|Q_k - P_k\|^p}{a + D_k} \right)^b$$

すなわち、式(3)は各線分に対して計算された点 X の移動量の加重平均を意味する。

このときの重み W_k を決めるパラメータ a, b, p の値はそれぞれ制御のなめらかさ、線分までの距離の影響度および線分の長さの影響度であり、これらの値は実験的に決められる。

なお、 D_k は点 X から第 k 番目の道路線分までの最短距離を表す。

3.4.2 道路線分の選択

上記の field morphing の手法をそのまま用いると、1つのランドマークの移動計算に地図中のすべての道路線分が用いられることになる。ランドマークから遠く離れた道路はそのランドマークの移動には関係ないと考えられるので、移動計算に使用する道路線分を近いものだけに制限する。具体的には、ランドマークの移動計算には、図8のようにランドマークから道路線分に降ろした垂線の足がその道路線分にあるものだけを使用する。ただし、該当する線分が存在しない場合

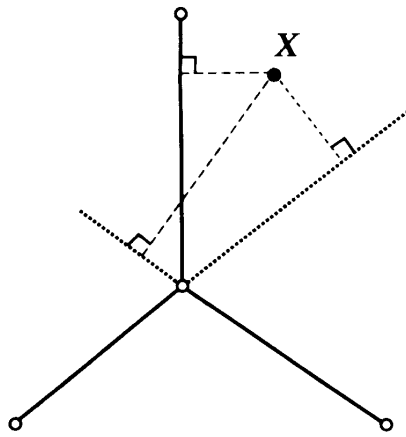


図8 道路線分の選択
Fig. 8 Selection of road segment.

表1 ランドマークの表現と再配置の方法
Table 1 Representation and relocation methods for each type of landmark.

形状	表現	再配置方法
点	中心位置	単純移動
線	折れ線近似	各頂点を独立に移動
面	輪郭線を折れ線近似	各頂点を独立に移動

には最も近い線分を選択する。

3.4.3 形状を持ったランドマーク

建物・目印などの点状ランドマークは、その中心位置などを代表点とし、その代表点を単純に移動する。表示するときには、その種別に応じたアイコンを表示する。

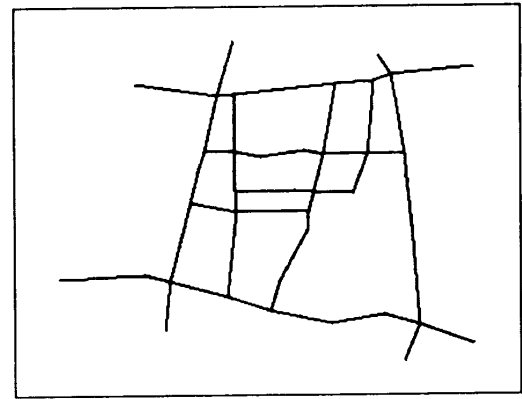
その他の形状を持つランドマークには、川・鉄道などの線状ランドマークと湖・池・大きな建物などの面状ランドマークがある。ここでは、線状ランドマークはその形状を、面状ランドマークはその輪郭線を折れ線近似し、各頂点を独立に移動させることによって全体を移動させる方法をとった(表1)。折れ線近似を適当な細かさで行えば、移動後のランドマークと道路との位相関係が崩れることはほとんどないと考えられる。表示するときには、各頂点を直線で結んだり、閉曲線で描いて内部を塗りつぶすなどする。

4. 実験結果と考察

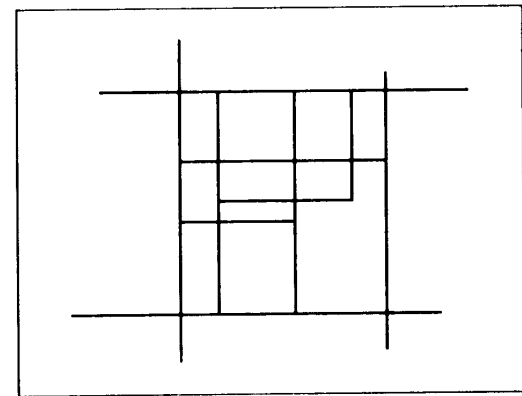
4.1 道路変形の実験

前章で述べた道路変形手順を用いて、数十例の人工的な道路地図および実際の道路地図に対する変形実験を行った。

実験結果の一例を図9および図10に示す($r = 0.05$)。両者とも実際の地図から作成された道路データを用いているが、図10の方が道路が密集している。



(a) 原図形 (名古屋都市部)



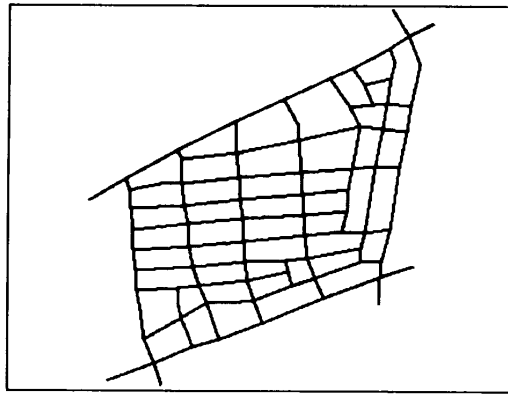
(b) デフォルメ結果

図9 道路のデフォルメ結果の一例

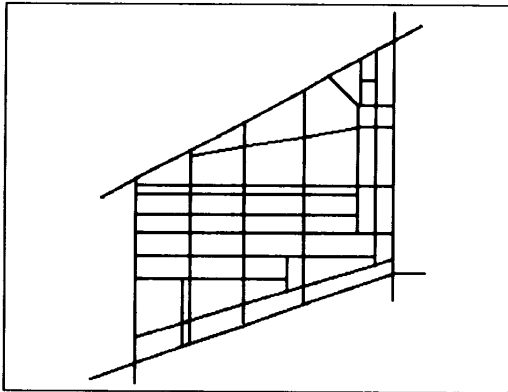
Fig. 9 An experimental result of road deformation.

デフォルメ結果を見ると、図9のようにまばらに道路がある地図や碁盤目状に比較的規則正しく道路が並んでいる地図では満足いく結果が得られた。しかし、図10の例のように道路が密集し斜めの道路が多数混じっているような道路では、道路の間隔が異常に接近してしまい、あまり良好な結果が得られなかった。これは、今回の方法が道路の位相関係とセグメントの総移動量だけを評価し、道路と道路の接近の程度は評価していないためと思われる。

実験全体を通しての目視評価ではあるが、本手法は斜めの道路があまり含まれていない場合には数十本程度、斜めの道路が含まれている場合にも10本程度から成る道路に対しては人間が作成したものと非常に近いデフォルメ地図が作成できることが分かった。また、文献4)、5)で生成される経路案内を目的とした地図と比較して、本手法によるデフォルメ地図は2次元的な接続関係を保存しているため、目的地付近の空間的位置関係を把握するには有利である。さらに、従来の地理情報システムでもいろいろな表示の工夫がされているが^{10),11)}、それらは空間的な非線型変換により各



(a) 原図形 (名古屋市郊外)



(b) デフォルメ結果

図 10 道路のデフォルメ結果の別の例

Fig. 10 Another experimental result of road deformation.

接点を移動させたものが多く、本論文で述べたような道路の直線化や交差点の直行化の概念は入っていない。そのため本研究との直接的な比較はできない。

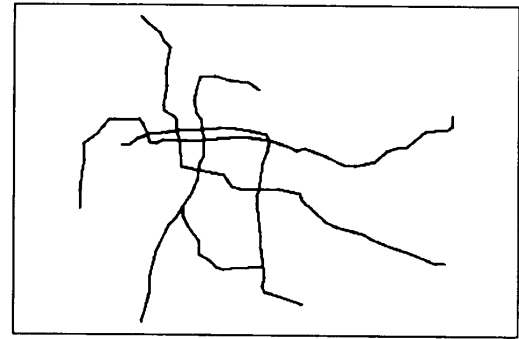
参考までに、上記デフォルメ手法を道路と類似した構造を持つ鉄道路線図に適用した結果を図 11 に示す ($r = 0.05$)。線分の本数があまり多くなければ、このような対象にも本手法はある程度うまく働くことが分かった。

4.2 ランドマーク再配置の実験

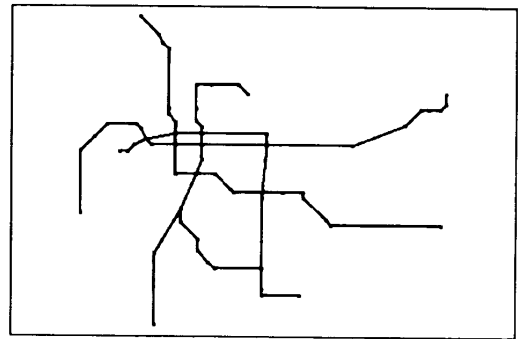
上の道路変形の実験に用いた一部の道路データに適当に点状・線状および面状ランドマークを配置したものをを用いて、ランドマーク再配置の実験を行った。

点状ランドマーク再配置の実験結果の一例を図 12 に示す。パラメータの値は $(a, b, p) = (1, 1, 1)$ とした。図 12 の (b) は道路線分の選択をせずにランドマーク再配置を行った結果、(c) は道路線分の選択をした場合の結果である。(b) に比べて (c) の方がより人間の直観に合う結果が得られていると思われる。

次に、線・面状ランドマークの再配置を行った例を図 13 に示す。川や池など自然物のランドマークの場合



(a) 原図形 (名古屋地下鉄路線図)



(b) デフォルメ結果

図 11 地下鉄路線図への適用例

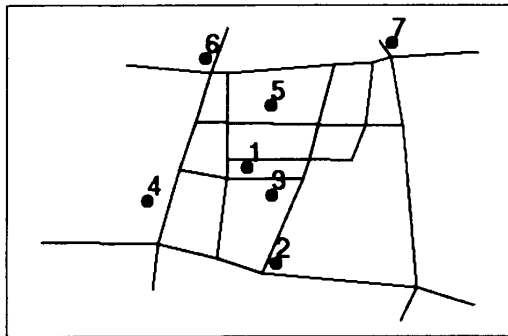
Fig. 11 An example of deformation of a subway network.

合は形状が多少変わってもあまり気にならないため、ほぼ満足のいく結果が得られた。しかし、大工場など人工物の場合は不自然な移動結果が得られる場合があった。これは、折れ点 1 つ 1 つが独立して再配置されるため、移動後に人工物の持つ形状の幾何学性や規則性が崩れるためである。これを防ぐためには、たとえば、人工物のランドマークについてはその重心を代表点として移動させることとし、ランドマークと道路がなるべく重ならないように回転・拡大縮小して表示する方法などが考えられるが、それらの検討は今後の課題である。

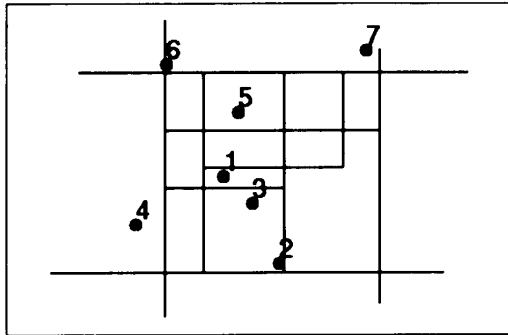
実験に使用した開発環境は X11R5, InterViews3.1, GNU C Compiler 2.5.8 であり、動作環境は Sparc Station 1+ならびに Sparc Station 2 である。

5. む す び

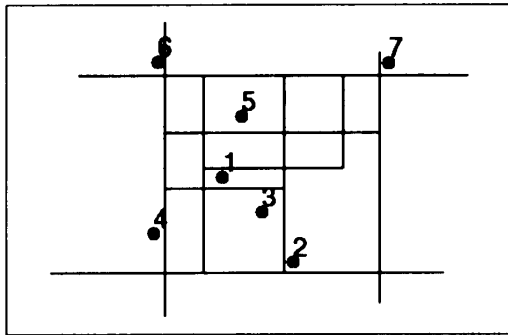
筆者らが開発を進めているデフォルメ地図自動生成システムについて述べた。デフォルメの方法として方向量子化を用いた道路変形手順、およびモーフィングを利用したランドマークの再配置手順を開発した。これらの手順を実際の地図に適用した結果、道路が比較的少ない地図やある程度規則正しく並んだ道路の多い



(a) ランドマークのある原図形



(b) 再配置結果 (線分選択なし)



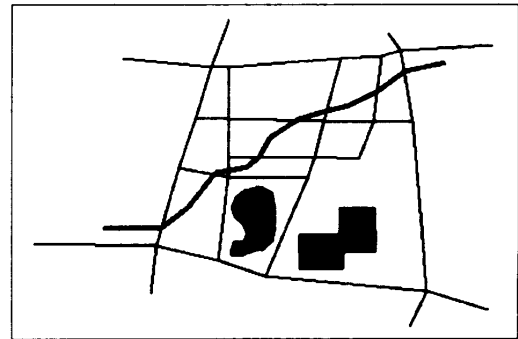
(c) 再配置結果 (線分選択あり)

図 12 点状ランドマークの再配置結果の一例

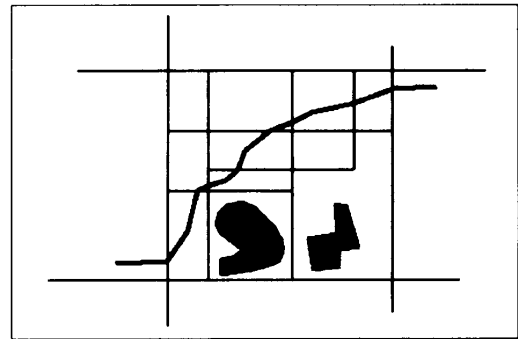
Fig. 12 An experimental result of point relocation of landmarks.

地図については良好なデフォルメ結果が得られることを示した。

しかし、規則性があまりなく密集しているような道路では、うまくデフォルメできない場合があった。ただし、人間でもそのような複雑な道路をそのまま変形することは困難と考えられる。このような場合、人間は不要な道路を省略しながらデフォルメを行うことがあるので、本システムでも今後不要な道路を省略する手法を加えることによって複雑な道路にもある程度適用できる可能性はある。また、本システムの出力するデフォルメ地図は実際のデフォルメ地図と比較する



(a) 変形前



(b) 変形後

図 13 線・面状ランドマークの再配置結果の一例

Fig. 13 An experimental result of relocation of linear and massive landmarks.

とまだシンプルなものであり、実用性やデザイン性の面で検討の余地がある。しかし、デフォルメ地図の自動生成が基本的に可能であることを初めて示した点で本研究の意義はあると考える。

今後の課題として、実験用地図データベースの拡充¹²⁾、道路変形における評価関数の改善、他の主観的要因を考慮したデフォルメ手法、ランドマークの再配置手法の改善、紙面形状など物理的制約に対応したレイアウト方法、疑似立体表示・ランドマークの立体化表示など表示の工夫がある。

謝辞 本研究の実験にご協力いただいた中京大学情報科学部楊井誠一君（現在は（株）三星商事勤務）と山本輝俊君に感謝する。本研究の一部は科学技術庁振興調整費および（財）人工知能研究振興財団の援助によった。

参考文献

- 1) 梶田, 山守, 楊井, 長谷川: デフォルメ地図自動生成システムの開発, 信学技報, PRU 95-40, pp.25-32 (1995).
- 2) 楊井, 長谷川, 梶田, 山守: デフォルメ地図自

- 動生成におけるモーフィング技法の利用, 信学総合大会, D-505 (1995).
- 3) 山本, 長谷川, 梶田, 山守: デフォルメ地図自動生成における形状をもつランドマークの再配置手法, 電気関係学会東海支部 (1995).
 - 4) 高橋, 安倍, 亀山, 富永: 有意情報地図の自動生成に関する一検討, 第3回機能図形情報システムシンポジウム講演論文集, pp.87-92 (1992).
 - 5) 上田, 堀江, 淡, 馬場口, 北橋: 地図理解支援のための略地図生成システム, 信学技報, PRU 94-103, pp.47-54 (1995).
 - 6) スーパーマップル東海三県道路地図, 昭文社 (1993).
 - 7) 森 見徳: 認知地図, 認知科学のフロンティア I, 箱田 (編), サイエンス社 (1991).
 - 8) 恒川 尚: 第9章図面自動読み取り, コンピュータ画像処理入門, 田村秀行 (監修), 総研出版 (1986).
 - 9) Beier, T. and Neely, S.: Feature-Based Image Metamorphosis, *Proc. SIGGRAPH 92* (1992).
 - 10) 坂内, 角本, 太田, 林: コンピュータマッピング, 昭晃堂 (1992).
 - 11) 岡崎, 川野, 島山: マルチフィッシュアイ・ネットワーク表示法, 信学技報, IN94-116, pp.59-66 (1994).
 - 12) 堀江, 上田, 淡, 馬場口, 北橋: ベクトル地図画像からの道路ネットワーク生成の一手法, 信学技報, PRU 94-134, pp.33-40 (1994).

(平成7年12月25日受付)

(平成8年6月6日採録)



梶田 健史 (正会員)

昭和40年生。平成元年岐阜大学工学部電子工学科卒業。平成4年同大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同年, (株) 沖テクノシステムズラボラトリに入社。図形・画像処理, 地理情報システムの研究に従事。第47回全国大会奨励賞受賞。



山守 一徳 (正会員)

昭和35年生。昭和57年名古屋大学工学部電気学科卒業。昭和59年同大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。同年, (株) 沖テクノシステムズラボラトリに入社。現在, システム部システムエンジニア課長。記号処理言語マシン, 地図認識, 地理情報システムの研究に従事。



長谷川純一 (正会員)

昭和49年名古屋大学工学部電気・電子工学科卒業。昭和54年同大学院工学研究科博士課程(情報工学専攻)修了。同年同大学工学部電子工学科助手。昭和57~59年カナダ・サスカチュワン大学博士研究員。昭和61年名古屋大学工学部情報工学科講師。昭和62年中京大学教養部助教授, 63年同教授を経て, 平成4年より同大学情報科学部情報科学科教授。工学博士。パターン認識, 図形・画像処理, エキスパートビジョン, および, それらの応用に関する研究に従事。電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本ME学会, 日本医用画像工学会, 米国IEEE各会員。