

補助線追加によるデフォルメ地図自動生成の改善

西口 智子 山守 一徳

三重大学 教育学部

1. まえがき

我々は、カーナビの地図データに用いられている KIWI フォーマットを用いて、ケータイ向けの道案内用デフォルメ地図を自動生成するシステムの開発を目指している。

これまでに、主要道路から優先的にデフォルメ変形するシステム[1]を開発してきたが、変形の際に道路の位相構造が一部壊れることが起きた。そこで本研究では、補助線を自動追加することによって、位相構造が壊れることを抑えてデフォルメ変形されるように改良を行った。

2. 処理概要

KIWI フォーマットでは道路データは端点と交差点及びそれらを繋ぐ線分で表現されている。端点と交差点を主要ノードと呼ぶことにする。主要ノード間を直線で繋いだ場合、本来の道路形状と大きく異なる時、主要ノード間は屈折点を繋いだ補間線で表現されている。この屈折点を補間点と呼ぶ。補間点と主要ノードを合わせてノードと呼ぶことにする。道路データは、主要道路から細かい道路の順に上位から下位へ 16 種類のレベルに分けられている。

処理の流れを Fig.1 に示す。変形の基本は、直線近似と方向量子化である。どちらも上位レベルの道路の変形を元にベクトルモーフィング技法を用いて下位レベルの道路を移動させ、その後下位レベルの変形を行う。方向量子化とは水平・垂直等の量子化された方向へ線分を向かわせるようにノードを移動させることを行う。

国道等の主要道路には上り下りの 2 本の別々の線で道路が表現されている箇所がある。探索

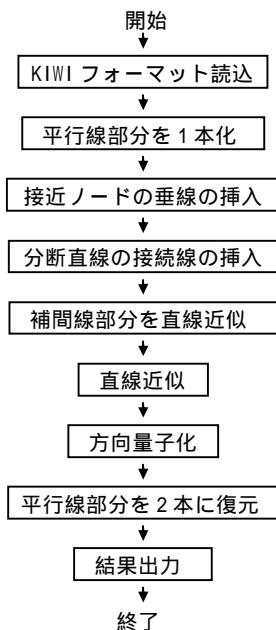


Fig.1 Flow Chart

範囲を絞るため、2 本の線を一本化した後に、接近ノードの垂線の挿入と分断直線の接続線の挿入の処理を行う。

3. 改善点

Fig.1 中の接近ノードの垂線の挿入と分断直線の接続線の挿入の処理が今回追加された処理である。挿入される線を補助線と呼ぶこととする。補助線は、デフォルメ変形を行なう時は通常の道路と同じように扱われるが、出力画面には表示されないとする。以下に 2 つの処理詳細を述べる。

3.1 接近ノードの垂線の挿入処理

ノードが近くの線分と接近しすぎる場合、位相構造が壊れることが起き易い。そこで、垂線の長さが閾値より接近しているノードは、基本的には垂線を補助線として挿入することにする。具体的には、各ノードから、自分の属するレベル以上の道路線分へ垂線を降ろし、長さが閾値 (20dot) 未満なら補助線を挿入する。この時、降ろした点の近く (5dot 未満) にノードがあれば、垂線の足の代わりにそのノードと結ぶ線を補助線とする。補助線の端のノードが補間点であった場合には、そのノードは主要ノードの扱いへと変更する。すなわち、補間線によるデータ表現から変更を行う。

Fig.2 を用いて説明する。Road2 は Road1 の属するレベル以上の上位レベルの道路とする。ノード A~E

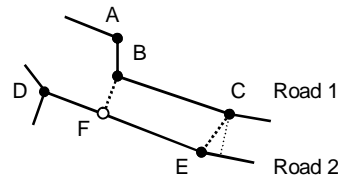


Fig.2 Inserting Perpendiculars

は既に存在するノードとする。ノード A から垂線を降ろした場合、長さが閾値以上であるため補助線は挿入されない。ノード B から垂線を降ろした場合、長さが閾値未満であるため、ノード F が新設され、B と F を結ぶ補助線が追加される。ノード C から垂線を降ろした場合、近くにノード E が存在したため、C と E を結ぶ補助線が追加される。補助線が挿入されたことによりノード B, C, E, F は主要ノードとなる。

下位のレベルの道路線分に属するノードから上位のレベルの道路線分へ垂線を降ろすのは、下位のレベルは細かい形状を表しているため、

“Improvement of Automatic Map Deformation by Adding Auxiliary Lines”
Tomoko Nishiguchi and Kazunori Yamamori
Faculty of Education, Mie University

ノード数が多いからである。

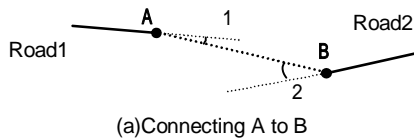
3.2 分断直線の接続線の挿入処理

1本の直線が途中で分断されているように見える2本の直線線分の中に接続線を挿入することにする。分断されたままの場合、方向量子化において独立に変形されるため、2本の線分が直線でなくなることが起き易いからである。具体的には、端点または、閾値(60°)以上曲がる屈折点を接続候補ノードとする。接続候補ノードから、自分のレベル以上の接続候補ノードを接続相手として探索する。この時、接続候補点が多数見つかるが、直線ずれ度の値が最小となる接続候補ノードを選ぶ。Fig.3を用いて説明すると、ノードAとノードBを接続させる場合、それぞれの編角 θ_1, θ_2 の平均 θ を求める。直線ずれ度は、平均 θ とA-B間の距離を用いた $|A-B|/\cos^{15}\theta$ の式により計算される値である。なお、 $\cos \theta_1, \cos \theta_2$ のいずれかが閾値(0.96)未満の時、角度のずれが大きすぎるとして候補から外す。最小の直線ずれ度が閾値(200)未満であればA-B間を補助線で繋ぐ。Fig.3(b)は直線ずれ度の計算方法を示したものである。A-B間の距離と θ を用いて線分A-Bを引いた時、A-X間の距離である $|A-X|$ が直線ずれ度を示す。同じ直線ずれ度を持つ位置を等高線で描いている。cos θ にかかる指数の値(15)は実験的に求めた。

4. 実験と考察

津市の道路データを用いてデフォルメ地図を自動生成する実験を行った。変形結果をFig.4に示す。

(a-1)(b-1)は接近ノードの垂線の挿入の効果によって改善の見られる部分を示している。(a-1)改善前では距離の接近した2本の道路がデフォルメ変形によって接触してしまっているが、接近ノードの垂線の挿入を行うことによって、位相構造が壊れなくなっている。平行して走る2本のカーブ部分も本来の位置関



$$\theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}, \quad |A-X| = \frac{|A-B|}{\cos^{15}\theta}$$

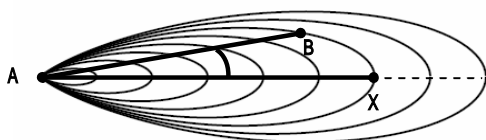


Fig.3 Inserting Connect-Lines

係を維持しながら直線化することができた。

(a-2)(b-2)は分断直線の接続線の挿入の効果によって改善の見られる部分を示している。(a-2)改善前では直線形状に近かった2本の線分(画面上部)がデフォルメ変形により上下にずれた線分になってしまっているが、分断直線の接続線の挿入を行うことによって、直線に繋がるように見えて位置関係を維持することができている。

接近ノードの垂線の挿入では、挿入されるノードがベクトルモーフィングによって移動することで位相構造を維持することに役立っていると思われる。分断直線の接続線の挿入では、補助線を挿入することで、2本の道路線分が独立に方向量子化されることがなくなるため効果があると思われる。今後は、さらなる大胆な変形結果を生成させられるようにすることが課題である。

謝辞

本研究では、インクリメントP株式会社からご支援をいただいた。関係者の方々に感謝致します。

参考文献

[1]山守一徳,西口智子:“KIWI フォーマットを用いたデフォルメ地図自動生成”,平成18年度電気関係学会東海支部連合大会,0-370,2006



Fig.4 Experimental Results