

地図から詳細な交通ネットワークデータの作成システム*

A System for Road Network Data Editing from Maps*

李 燕**

By Yan LI**

1. はじめに

従来の交通分析・予測モデルは、実際の地域を単純化した仮想地域、仮想ネットワークを用いて何らかの考察を行い、結論を出す場合が多い。この手法は、関連の薄い要素を除いているため、モデル考察が単純になり、モデル開発の初期段階では非常に効率的である。しかし、仮想地域で、モデルが適用できるように証明されても実際の地域において、必ずしも適用できるとは限らない。さらに、仮想地域での結果を参照して、実際の地域での応用はさらに問題があることは言うまでもない。

これらは周知のことであるが、それでもモデルの実際の地域への検証を躊躇してしまう原因はまず、地域データが整備されていない、或いは整備されていても容易に入手できないこと、次に、交通モデルの検証で最初に必要不可欠な交通ネットワークデータ（ノード番号、リンク番号及びその起点ノード番号、終点ノード番号、リンク長、幅員など）の作成の煩雑さにあると考えられる。また、一部のモデルではかつての電算能力不十分のことも挙げられよう。このため、現段階では、大規模地域への交通モデルの検証方法がまだ確立されていないと言わざるを得ない。

しかし、近年、飛躍的に進展している情報化によって、交通調査・分析・予測分野を取り巻く環境が大きく変化している。その変化が主として次のように挙げられる。(1)交通観測情報のデータベース化、(2) GIS を代表とする詳細な地域データベースの整備、(3) 交通流観測機器の進歩、GPS などのリアル空間情報技術の進展と普及、及び(4)コンピュータ性能の向上と廉価化である。このような環境変化の下で、今までの交通調査のあり方、交通計画手法を新しい環境で見直す動きが見られ¹⁾、実際の地域を対象に、実際のデータを使い、モデルの考察・

検証を行い、現実問題を解決する条件が整いつつある。

大規模地域への交通モデルの検証を考えると、まず必要不可欠なのは、交通ネットワークデータである。しかし、その効率的な作り方について研究する報告はほとんどなく、実際では、手作業で作成するケースが多いと見られる。手作業のため、対象地域が広い場合は、大変煩雑な作業になり、前述のように、多くのモデルが実際の地域への検証を断念する主な原因の一つになっている。

本研究は、情報化が交通調査・分析・予測分野に与える影響を見込みながら、現在どの地域についても簡単に入手できる地図画像から詳細な交通ネットワークデータの作成システムを開発することを目的とする。

2. 画像から詳細な道路ネットワークデータ作成システムの概要

本研究で提案する道路ネットワークデータの作成システムは自動抽出システムと編集システムの2つの部分で構成される。前者は、ネットワークの画像からネットワークのデータを自動抽出するためのシステムである。後者は、自動抽出システムで抽出を失敗した箇所の編集およびその他のソースによるネットワークデータの追加を GUI (Graphical User Interface) 操作による編集システムである。なお、本システムは、Visual C++ 言語および OpenGL を使用して、Windows OS 上で動作可能なソフトウェアとして実現した。汎用性および拡張性を保つために、Visual C++ に標準搭載されている OpenGL ライブラリのみ使用しており、補助ライブラリを一切使用していない。

システムの使用手順は次のようになっている。

- (1) ネットワークが明確な色で表示される地図画像(図-1)から、PhotoShop などの画像編集ソフトを使い、ネットワークの色だけ抜き出し(図-2)、簡単な補修を行った後、256 色ビットマップファイルとして画像を保存する(図-3)。ここで例として使う地図画像は、インターネットから入手したものである²⁾。その他の地域についても同様に入手可能である。

*キーワード: 地図、ネットワークデータ、GIS

**正員、工博、立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部

(大分県別府市十文字原1-1、

TEL0977-78-1052、FAX0977-78-1052)

- (2) この画像ファイルを自動抽出システムに取り込み、ネットワークデータ（ノード番号、リンク番号及びその起点ノード番号、終点ノード番号、リンク長、幅員など）を自動検出する。
- (3) 自動抽出に失敗した箇所及び地図に含まれていない



図-1 地図



図-2 図-1の白の部分だけを抜き出した画像



図-3 簡単な補修を行った後の画像（計算に使う）

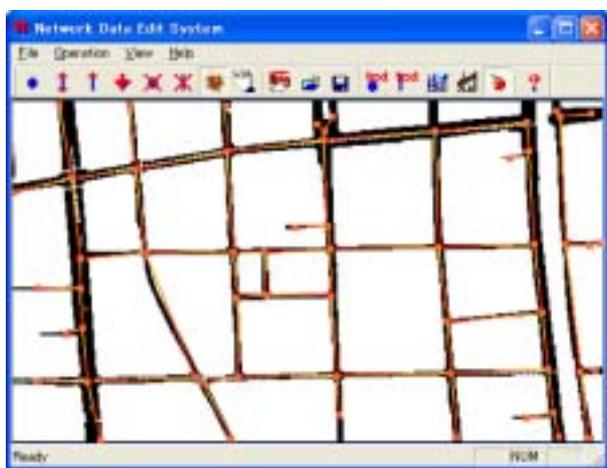


図-4 自動抽出システムで抽出したネットワークデータを編集システムで表示した画面

データについて、画像ファイルを背景としたネットワークデータ編集システムで修正・補足する（図-4）

操作手順(1)については、PhotoShop などの画像編集ソフトの機能を参照されたい。ビットマップ形式にするのは、プログラムの内部で画像ファイルを構成するすべてのドットについて色の識別をする必要があるからである。また、256色モードを使うのは、サイズが軽くて白黒のネットワーク図では肉眼でフルカラーとほぼ区別がつかないからである³⁾。操作手順(3)に使う編集システムについては、著者の論文⁴⁾を参照されたい。次は、ネットワークデータ自動抽出システムを中心に紹介する。

3. ネットワークデータの自動抽出システム

このシステムは、ネットワークの画像ファイルから、ネットワークのデータ（ノード番号、リンク番号及びその起点ノード番号、終点ノード番号、リンク長、幅員）を自動抽出するシステムである。図-5のようなアルゴリズムでネットワークデータを抽出する。

まずこのプログラムの中心的な役割を果たす「拡張作業」と「収縮作業」について説明し、次にノードやり

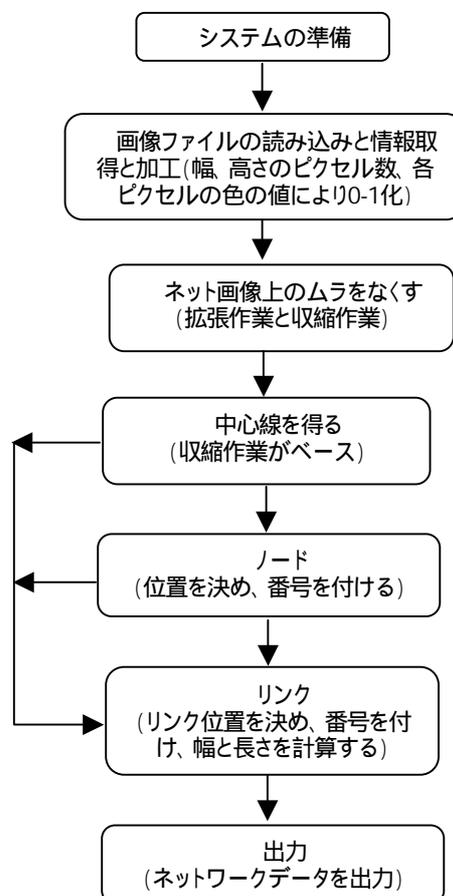


図-5 自動抽出システムの構造

リンクの情報を決めるなどの作業について説明する。最後に、有用性を試すために、大規模ネットワークへの応用例を示す。

(1) 拡張と収縮

ビットマップ図は図-6 のように、黒は道路で、白（分かりやすくするため灰色で表示）は背景とする。黒の連続が道路である。拡張とは、図中のすべての黒いドットに対して、周囲の 8 個のドットも黒くする作業である。このように、色のムラが発生した図 a は一度の拡張によってムラをなくすことができる(図 b)。ムラが大きい場合は数回の拡張でなくすことができるが、拡張の度に道路幅が拡大されるため、間隔の狭い道路が一本になってしまう可能性があるので注意する必要がある。

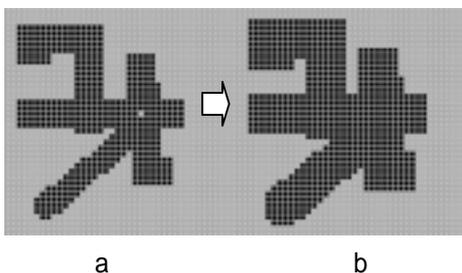


図-6 拡張

収縮では、黒いドットの周囲に 1 個でも白いドットがあれば、白いとする作業である。ムラをなくすために行った拡張作業の回数で収縮を行うと、本来の道路幅に戻すことができる。また、収縮を複数回することによって、道路の中心線まで辿り着くことができる。(図-7)

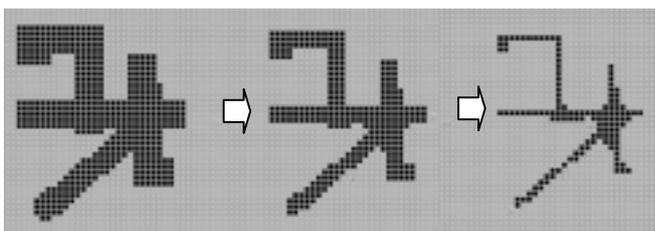


図-7 収縮

(2) ネット上のムラをなくす作業

元々の地図には、道路に地名や中心線などが表示される場合では、PhotoShop などの画像編集ソフトからネットワークの色だけ抜き出すと、図-7 のように、途切れなどのムラが残る。目立つ部分は、画像編集ソフト



図-8 ネット上のムラ

で修正できるが、小さいなムラは数回の拡張を行った後、同じ回数で収縮を行うことで解消することができる。

(3) 道路中心線を得る

収縮を行うと同時に、道路上各点なくなるまでの収縮回数を記録する。一回の収縮でなくなるような点は道路境界上の点であり、収縮回数の多いほど中心線に近いと考えられる。最も収縮回数の多い点を連結していくと、道路の中心線になる。

(4) ノード位置やリンクを決める

道路中心線上、途切れた箇所や交差する箇所などをサーチし、ノードと認める。ノード間の道路からリンクを決め、リンク長や幅などのデータを計算する。

(5) 大規模ネットワークへの応用例

図-9 は国土地理院発行の数値地図 2500 の別府市ほぼ全部を画像(1250×1700 ピクセル)とし、ネットワークデータの自動作成を行った結果である。ノード数は 3560、リンク数は 11674 であり、わずか 18 秒でネットワークデータが作成できた⁵⁾。自動抽出に使う画像の精度を挙げれば、さらに正確に抽出できると考えられる。

4. おわりに

交通モデルの開発は従来、小規模の仮想地域で行うことが多いが、情報技術の進歩によって、大規模実際地域への検証も技術上実施可能になり、しかも必要になってくると思われる。本研究はその最初のバリエーションである大規模な地域の交通ネットワークデータの作成をどの地域についても簡単に入手できる地図から自動抽出・編集するシステムの開発に成功した。また、その有用性を大規模ネットワークで検証した。

参考文献

- 1) 土木学会土木計画学研究会交通調査技術検討小委員会：第 38 回土木計画学シンポジウム、都市交通調査を考える～新しい技術と展望～、2001年9月。
- 2) インクリメントP株式会社 <http://www.incrementp.co.jp/>
- 3) コンピュータ内部では色は光の三原色 (Red, Green, Blue) の強さで表現する。強さはそれぞれ0から255までの256段階あり、例えば黒はR=0, G=0, B=0、白はR=255, G=255, B=255である。するとコンピュータの内部で表現できる色の組み合わせ(フルカラー)は $256 \times 256 \times 256 = 16,777,216$ 通りある。256色モードは256個のパレットを使い、1個のパレットにはフルカラーから1個の色を指定できる。このため、 1024×768 の画面をフルカラーで表示するには $1024 \times 768 \times 3 = 2,359,296 = 2.3M$ バイトのメモリが必要であるのに対して、256色モードではその1/3のメモリで済む。しかし、256色モードでは、どんな色でも表示できるが、同時には256通りの色しか表示できない。
- 4) 李燕：交通計画GISのベースシステムの構築手法について、土木計画学論文集No19, 2002。
- 5) VIAO Note PCG-GR9F/P (Pentium III, 1.2GHz, 512MB)

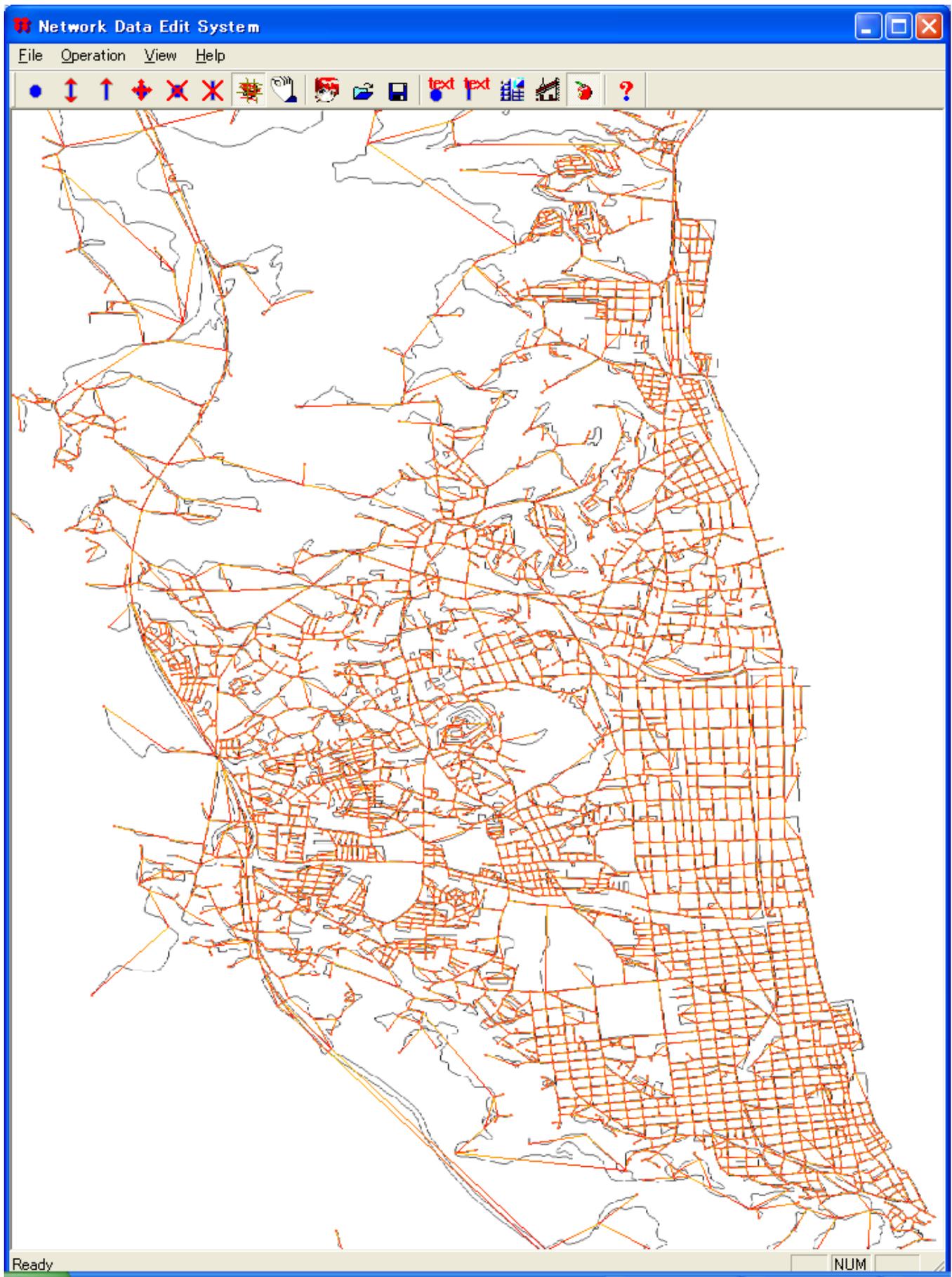


図-9 大規模ネットワークへの応用例
(黒い線は数値地図2500の道路、オレンジは作成したネットワーク、
失敗した箇所およびその改良などについては会場で説明する)