

都市域の道路形状特性に着目した 新たな道路ネットワークデータの自動構築手法

田内裕人¹・天口英雄²・河村明³・古賀達也⁴・萩原陽一⁵

¹学生会員 工修 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail: tanouchi-hiroto@ed.tmu.ac.jp

²正会員 博(工) 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

³正会員 工博 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

⁴正会員 工修 (株)建設技術研究所 (〒 103-0397 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

⁵学生会員 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 (〒 192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

道路ネットワークデータは、カーナビゲーションシステムにおける経路探索システムの設計や交通・氾濫シミュレーションモデルの構築など多様な用途に活用されている。本研究では、入手が比較的容易なポリゴン型の道路を入力データとし、道路形状が複雑な都市域においても手作業の修正を必要としない新たな道路ネットワークデータの自動構築手法を提案する。本手法では、まず道路を交差点と単路部に分離することで単純化し、次いで単路部の道路中心線を発生させるとともに交差点の道路中心線について単路部と整合させ作成し、さらに各道路中心線を連結することで道路ネットワークデータを自動構築している。提案した自動構築手法を東京都杉並区の道路線形が複雑な領域に適用した結果、道路形状によらず、ひずみの少ない道路ネットワークデータが得られた。この結果より、本研究で提案した自動構築手法は、道路ネットワークデータを自動構築するのに有用である考えられる。

Key Words: road network data, GIS, digital map, automated construction system, flood inundation simulation, traffic analysis

1. はじめに

道路ネットワークデータ（以下、道路NWD）の利用は、カーナビゲーションシステムの経路探索¹⁾や交通シミュレーションモデルの構築²⁾、さらには氾濫シミュレーションモデルの構築³⁾など多岐にわたる。数値地図2500⁵⁾などの代表的な道路NWDではデータの更新頻度が5年に一度程度であり、土地利用の変化が激しい都市域では現実を再現していない可能性がある。道路NWDの鮮度を維持しつつ、整備に要する人的コストを削減するために、道路NWDの自動構築手法に関する研究が数多く行われている。例えば糸永ら⁴⁾は紙地図のようなアナログデータしか入手できない地域を対象に、地図画像からの道路抽出、細線化・折れ線近似処理による道路中心線の作成と交差点付近でのひずみ修正により、精度の高い道路NWDを作成している。また近年配備が進み鮮度の高いデータの入手が容易になりつつある、東京都縮尺1/2500地形図構造化データ⁶⁾などポリゴン型のデジタルデータに対しては、道路縁上に数メートルの短い間隔で発生させたポイントを用い、汎用的に利用されている不整三角形網あるいはボロノイ図などを、道路中心線の作成に応用した手法が提案されている^{7),8)}。汎用的な手法を用いた場合、複雑

な形状の交差点や道路幅が局所的に変化する単路などでは道路中心線にひずみが発生するので、道路の直進性が失われることが報告されている⁷⁾。道路形状が複雑となる都市部では複雑な形状の交差点や道路幅の局所的な変化が多いので、道路NWDの自動構築には道路形状特性を考慮することが有効であろう。本研究では、ポリゴン型の連続したデジタルデータの道路を入力として、ひずみが少なく道路の直進性を維持した道路NWDの自動構築手法を提案する。また本手法を実際に道路形状が複雑な都市域に適用し、道路ネットワークのひずみと直進性を確認するとともに、先行研究で紹介された自動作成手法による道路NWDとの比較を行うことで本手法の有用性を検証する。

2. 都市域の道路形状特性と道路NWD

表-1は道路を幅員別に分類したもので、道路には、国道や地方幹線道路など4車線以上で歩道が整備された幅員12m以上の高規格道路、最低幅員4mで整備された区画道路、さらには最低幅員が2.7mの3項道路および徒歩道などがある。都市域では図-1 a)に示すように、これらの道路が互いに交差点により接続し、巨大なネットワークを形成している^{9),10),11)}。交差点の種

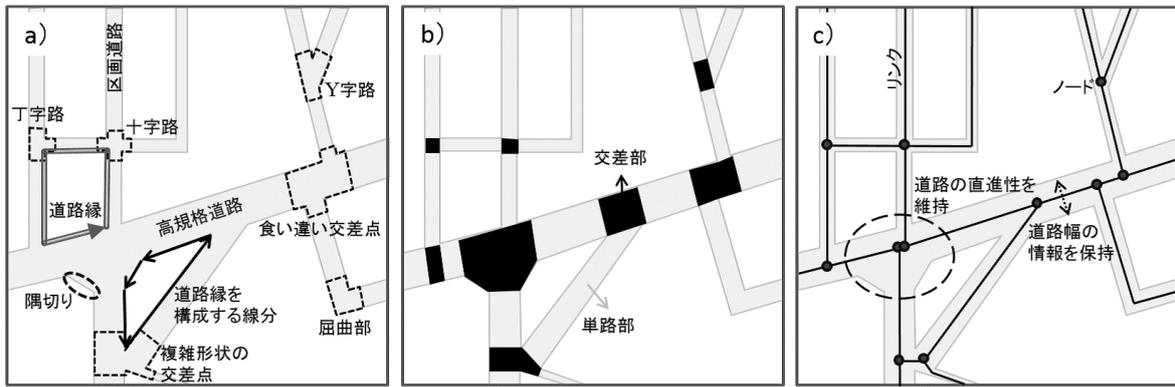


図-1 a) 都市域における道路形状と道路線の例, b) 交差点と単路部の分離による道路要素単純化および c) 理想的な道路 NWD.

表-1 道路の種類と道路幅員

区分		参考幅員 (m)	車線数
高規格道路	主要幹線道路	30 - 50	4, 6
	幹線道路	20 - 40	4, 6
	補助幹線道路	12 - 20	4
生活道路	主要生活道路	8 - 12	2, 4
	主要区画道路	6 - 8	1, 2
	区画道路	4 - 6	1
	3項道路	2.7 - 4	1
	徒歩道等	2.7 以下	-

類は道路の枝数, 交差角度および導流路の有無により, 丁字路, 十字路など比較的単純なものから, 食い違い交差点, 拡幅交差点などさまざまであり, さらに隅切りを持つ交差点と持たない交差点が混在しているため, 交差点の形状は多岐にわたっている¹²⁾. また交差点以外の道路でも, 中央帯により車道の往復方向が分離されている高規格道路や, 垂直に近い角度で道路が折れ曲がる屈曲部などが存在し, 複雑な形状をなしている. しかしながら, こうした都市域の複雑な道路においても, 図-1 b) に示すように交差点と単路部に分離することで単純形状の要素の集まりとして扱うことが可能である¹³⁾.

図-1 c) は, 本研究で自動構築を目指す理想的な道路 NWD について手作業で作成したものを示している. 道路 NWD は, 主として手作業の修正を必要としない形状での作成を想定し, 以下の条件を満たすものとする. まず, 道路 NWD は道路形状によらず, ひずみが少なく道路の直進性が維持され, 単路部をリンク, 交差点をノードとする構造をもつこととする. また単路部のリンクには, 交通解析や氾濫解析など道路 NWD を用いた各種解析において重要となる道路幅の情報を与えられるものとする.

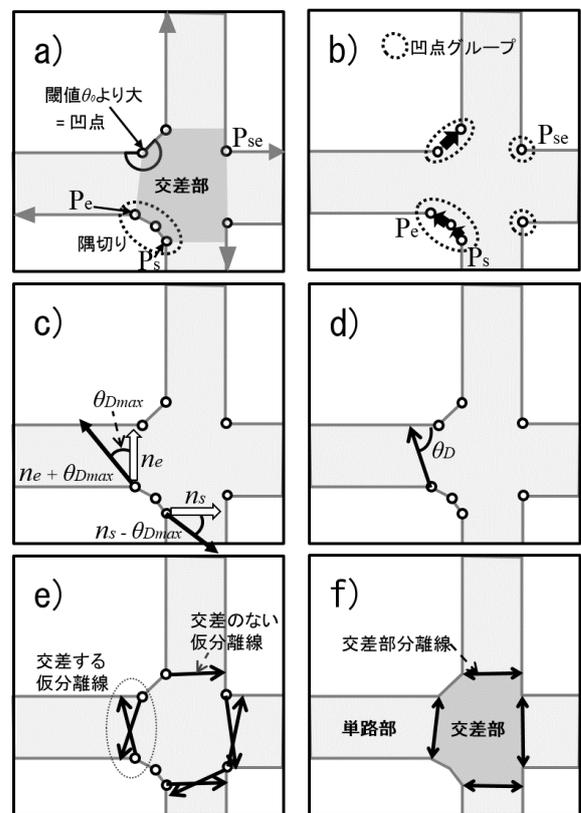


図-2 a) 交差点の形状特性, b) 凹点と凹点グループの発生, c) 仮分離線を延長する方向角の最大値の設定, d) 交差角度計算, e) 仮分離線の生成, および f) 修正後の交差部分離線と交差点・単路部の分離.

3. 交差点・単路部の分離

本研究ではまず, 図-2 に示す流れに従い, 交差点・単路部の境界線となる候補 (以下, 仮分離線とする) を発生させ, 次いで仮分離線の中から境界線として最もふさわしい線分 (以下, 交差部分離線とする) を選出することで, 交差点・単路部を分離し道路を単純化することとする. 図-2 a) は, 交差点付近において, 道路線

を構成する線分と点を持つ特性を示している。道路要素は、進行方向右側が道路側となる複数の道路縁で構成されており、個々の道路縁はさらに線分と点に分解できるので、道路縁を構成する線分・点に対して屈曲角度や線分の方向を定義することが可能である。交差部付近には屈曲角の大きい凹点（図-2 a）の○印が集中し、隅切りの端となる凹点（同図中の $P_s \cdot P_e$ ）や隅切りを持たない単独の凹点（同図中の P_{se} ）は、交差部と単路部の境界の一部となるため、本研究では凹点と隅切りをもとに交差部・単路部を分離することとする。すなわち、まず、道路縁の屈曲角度が閾値 $\theta_0 (>180^\circ)$ よりも大きな凹点を抽出し、凹点間の距離が閾値 L_0 以内の凹点を同一の凹点グループにまとめることで、隅切りとして抽出する（図-2 b）。次いで、凹点グループの端点（ P_s, P_e もしくは P_{se} ）を仮分離線の始点として設定し、仮分離線と道路縁とのなす角度が90度前後となるように仮分離線を作成する。すなわちまず、仮分離線の候補として、端点が凹点グループ始点の場合は単路部の道路縁に対する法線 n_s から負の方向に、同終点の場合は単路部の道路縁に対する法線 n_e から正の方向に、検索角度の上限値 θ_{Dmax} までの範囲で線分を発生させる（図-2 c）。この際に、発生させた線分と、その線分の終点側で交差する道路縁との交差角度 θ_D を計算し（図-2 d）、 θ_D が $90 \pm \theta_{Dmax}$ の範囲に入るときにはこれを仮分離線とする。

以上の手法で仮分離線を図-2 e)のように発生させた後、交差がない場合は仮分離線をそのまま交差部分分離線として用いるが、交差がある場合には図-3 に示す処理によって交差部分分離線を作成するものとする。まず仮分離線の交差特性から、図-3 a₀)のように交差点の外側に向かって交差する場合をタイプA、図-3 b₀)のように交差点の内側に向かって交差する場合をタイプB、およびタイプAとタイプBのいずれにも当てはまらない場合をタイプCとする。ここで各タイプの分類には、仮分離線同士の交差角度 θ_c と角度判定のパラメータ θ_{Dcross} との関係を用いて、 $\theta_c > 180 - \theta_{Dcross}$ をタイプA、 $\theta_c < \theta_{Dcross}$ をタイプB、図-3 c₀)のようなそれ以外をタイプCとする。次いで、求める交差部分分離線は、タイプAの場合は図-3 a₁)のように、交差する仮分離線同士の始点を結ぶ新たな線分を、タイプBの場合は図-3 b₁)のように、仮分離線の角の二等分線である軸に対して平行となるように、仮分離線について始点を中心として回転させた線分を、タイプCの場合は図-3 c₁)のように長さの短い仮分離線を、それぞれ用いて作成する。

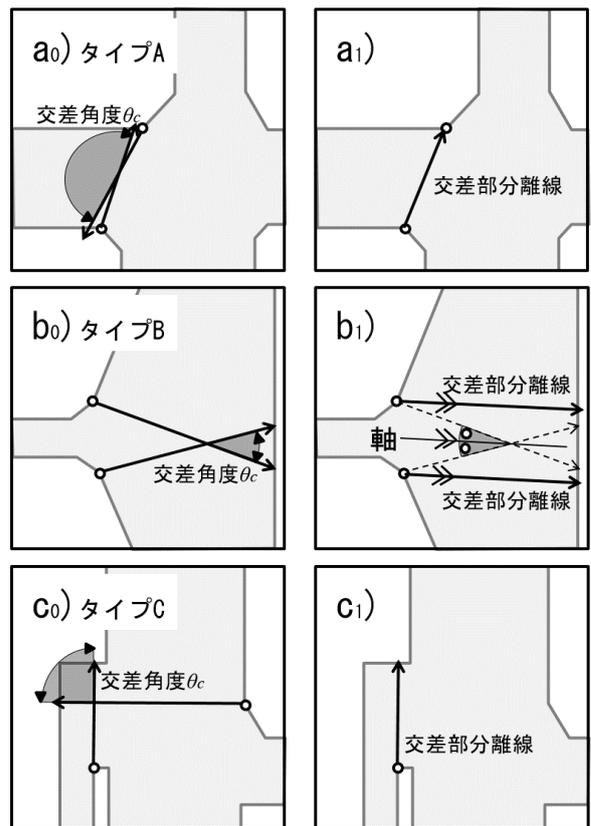


図-3 タイプ別の仮分離線の交差特性および交差部分分離線の作成方法

4. 道路中心線の発生

(1) 単路部における道路中心線発生

図-4 には単路部において道路中心線を発生させる具体的な流れを示す。本研究ではまず、ラグランジュ補間法¹⁴⁾の概念を用い、図-4 a)のような単路部について道路進行方向に N 等分する線分を発生させる（図-4 b）。 N は図-4 b)に示したような、単路部両側の道路縁の長さ L_1, L_2 を用いて以下の式(1)で計算することとする。

$$N = \text{Round}\left(\frac{L_1 + L_2}{2L_{div}}\right) \quad (1)$$

ここでRoundは四捨五入を示す関数である。また L_{div} は線分の発生間隔を制御するパラメータであり、道路幅に対して十分に小さな値を設定することで単路部の線形を忠実に再現した道路中心線の発生が可能となる。

次いで図-4 c)のように、隣接する線分の中点を結ぶ線分を発生させ、図-4 d)のように連結することで道路中心線を作成する。この際に作成した道路中心線には、各単路部における道路延長として中心線長さを、また平均道路幅として N 等分する際に用いた線分長さ（図-4 c)の W_1, W_2)の平均値をそれぞれ属性として与える。

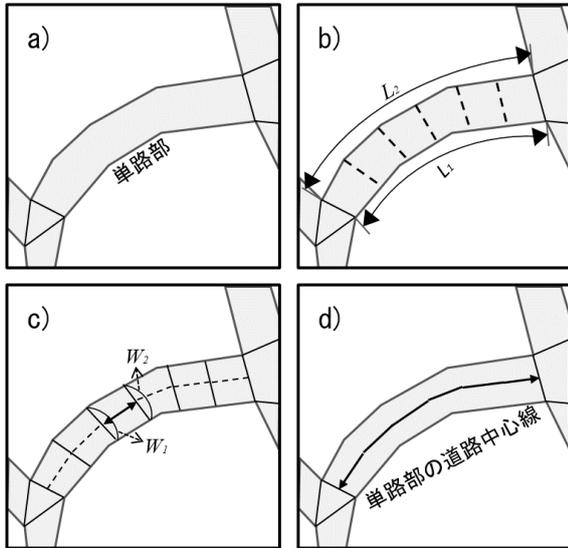


図-4 単路部における道路中心線発生の流れ。a) 単路部の例、b) 道路進行方向への分割、c) 道路中心線の発生と道路幅計算、および d) 道路中心線の連結。

(2) 交差部における道路中心線発生

図-5 は交差部において道路中心線を発生させる具体的な流れを示している。本研究では交差部を直進する道路をその交差部における主軸道路として抽出し、主軸道路の道路中心線を優先し作成することで道路の直進性を維持することとする。

a) 主軸の検出と道路中心線発生

まず図-5 a) のような n 差路の交差部に接続する単路部に番号を付け、交差部ポリゴンの属性として単路部の道路中心線の方向 $t_1, t_2 \dots t_n$ および単路部の平均道路幅 $w_1, w_2 \dots w_n$ を設定する。次いで、図-5 b) における c_{ij} のように、単路部 i, j の組み合わせに対する中心線間を結ぶ線分を発生させ、線分と単路部の中心線間とでなす角度 (図中の $\theta_{ij1}, \theta_{ij2}$ など) を計算し、角度の平均値 θ_{ij} について、以下の式 (2) で計算する。

$$\theta_{ij} = (\theta_{ij1} + \theta_{ij2})/2 \quad (2)$$

この計算を交差部に接続する単路部のすべての組み合わせで行い、各 θ_{ij} を求める。 θ_{ij} は交差部を介しての道路の湾曲度合を示すパラメータであり、180 度に近いほど交差部をまっすぐ通過する道路であるといえる。また同様に、単路部のすべての組み合わせにおいて、単路部平均道路幅の比を計算しておく。たとえば単路部の組み合わせ c_{ij} における道路幅の比 R_{ij} は以下の式 (3)

$$R_{ij} = w_i/w_j \quad (3)$$

で計算する。ただし、 R_{ij} は 1 以上の値をとる実数とし、 R_{ij} が計算上 1 以下となる場合には逆数をとることとする。すなわち R_{ij} は交差部に接続する単路部道路幅の比を表すパラメータであり、これが 1 に近いほど交差部

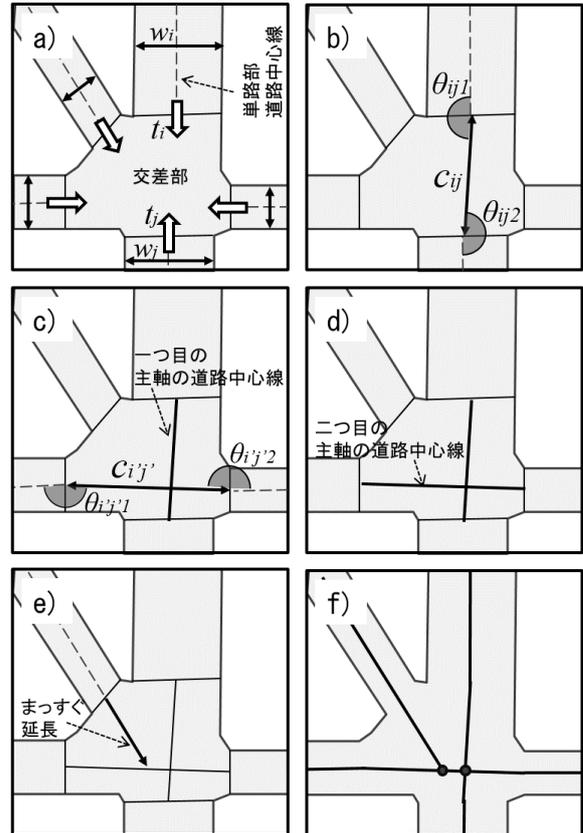


図-5 交差部における道路中心線発生と道路 NWD 生成の流れ。a) 交差部の例と接続する単路部の方向・道路幅、b) 単路部の組み合わせ作成、c) 主軸の道路中心線発生、d) 複数の主軸の道路中心線発生、e) 主軸以外の単路部からの道路中心線延長、および f) 道路 NWD の生成。

を介しての道路幅の変化が小さく、交差部の主軸となる道路であると考えられる。

次に、 R_{ij} が閾値 R_c 以下を満たし、 θ_{ij} が閾値 θ_c よりも大きくかつ最も 180 度に近い線分を、主軸の道路中心線として抽出する (図-5 c))。次いで、主軸として選ばれた単路部 i, j を除いた交差部を考え、同様の手法で他の主軸を抽出する操作を逐次繰り返す。すなわち図-5 d) のように、交差部によっては 2 本以上の主軸の道路中心線が得られる場合がある。この繰り返しを主軸の中心線が発生しなくなるまで繰り返し、交差部における主軸の道路中心線を得る。なお、主軸の道路中心線が複数発生するものの、図-6 a) のように、発生した道路中心線が交差せず、交差部内においてノードを設定できない場合が存在する。こうした場合には、図-6 b) に示したように主軸の道路中心線の midpoint にポイントを発生させ、ポイント間を結ぶ線分を作成することで 2 つの道路中心線を接合することとする。

b) 主軸以外の単路部からの道路中心線発生

主軸以外の単路部については、交差部分離線の中心を始点とする線分を発生させ、道路中心線とする。ここで道路中心線の終点は、交差部における主軸の有無

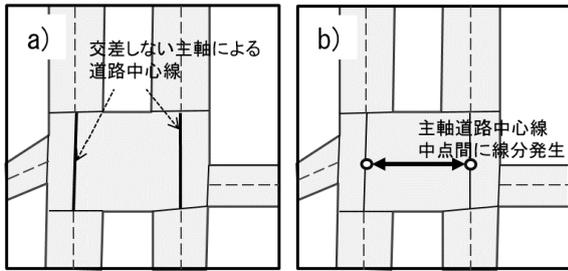


図-6 複数の主軸が交差しなく交差部 (a) における道路中心線接合線の発生 (b)。

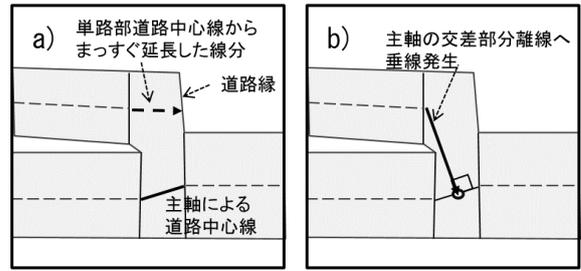


図-8 交差部に延長した単路部中心線端点からの線分が道路縁と交差する際 (a) の中心線発生 (b)。

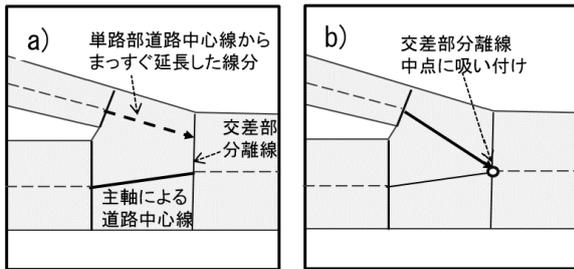


図-7 交差部に延長した単路部中心線端点からの線分が交差部分離線と交差する際 (a) の中心線発生 (b)。

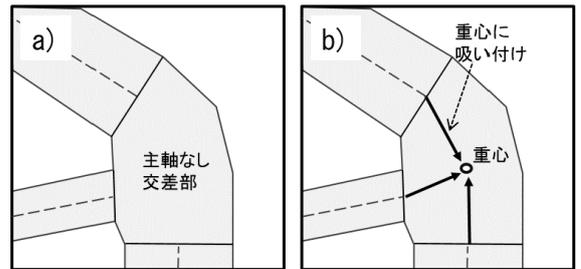


図-9 主軸のない交差部 (a) での道路中心線発生 (b)。

に加え、主軸がある場合には、単路部の道路中心線をまっすぐに延長し交差する線分の種類（主軸、交差部分離線、道路縁）により異なる手法で設定するものとする。まず交差部に主軸が存在し、かつ図-5 e) のように単路部から延長した道路中心線が主軸と交差するのであれば、その主軸との交差点を終点とする道路中心線を作成する。次に図-7 a) のように、延長した道路中心線が交差部分離線と交差する場合には、交差部分離線の midpoint を終点とする線分を発生させ、これを道路中心線とする（図-7 b)）。さらに図-8 a) に示すように、延長した道路中心線が道路縁と交差する場合には、図-8 b) のように主軸への垂線を作成し、これを道路中心線とする。また主軸がない交差部では、図-9 a) のように交差部をまっすぐ通過する道路がないと考えられるので、交差部の重心を発生させ、各道路中心線の終点をこの重心として設定する（図-9 b)）。

最後に、交差部内の道路中心線について、図-5 f) に示すように発生させた道路中心線の交点および始点・終点をノード、ノードで分割した道路中心線をリンクとすることで、交差部内の道路中心線をネットワーク化する。さらに交差部と接合する単路部の道路中心線と交差部内のリンクとを接続し、道路 NWD を生成する。

5. 都市域への適用と検証

図-10 に本研究で対象領域とした神田川上流域の概要を示す。神田川は東京都三鷹市井の頭恩賜公園の井

の頭池にその源を発し、新宿区に流入する一級河川であり、早くから都市化が進行した地域であるため、同図の小領域に示すような錯雑な道路網を形成する地域となっている。本研究では井の頭池から善福寺川合流点までの上流域約 11.5 km²（うち道路面積は 1.79km²）を対象領域に設定し、数値地図 2500『基盤地図情報』の道路縁・道路構成線から作成したポリゴン型の道路要素から、道路 NWD の自動構築を行った。

本手法の実装と適用は、CPU に Intel (R) XEON (R) CPU 5520 (2.27GHz) を用いた環境下で、GIS ソフトの ArcGIS Ver.9 に付随する共通基盤コンポーネントである ArcObjects の Visual Basic for applications(VBA) を用いて行った。本手法での神田川上流域の道路 NWD 作成には、交差部・単路部の分離に約 4 時間、単路部および交差部の道路中心線発生にそれぞれ 0.5 時間、そして道路中心線のネットワーク化に 0.5 時間程度を要し、合計で 6 時間程度を要した。

表-2 は、神田川上流域の道路 NWD 自動構築の際に与えたパラメータを示している。ここで各パラメータは以下の考えに基づき決定した。まず、交差部・単路部の分離で用いるパラメータのうち凹点抽出の基準値 θ_0 としては、道路縁の屈曲が明確に見て取れる角度として 195 度を設定した。また、隅切りをグループ化する際に用いるグループ化距離 L_0 としては、建築基準法¹¹⁾ によって隅切りの最小長さが 4m と定められていることに加え、凹点間の距離が 6m を超える場合には 2 つの凹点が異なる交差部を構成している場合が多かったことから、6m を設定した。仮分離線の作成で用いる仮分離線

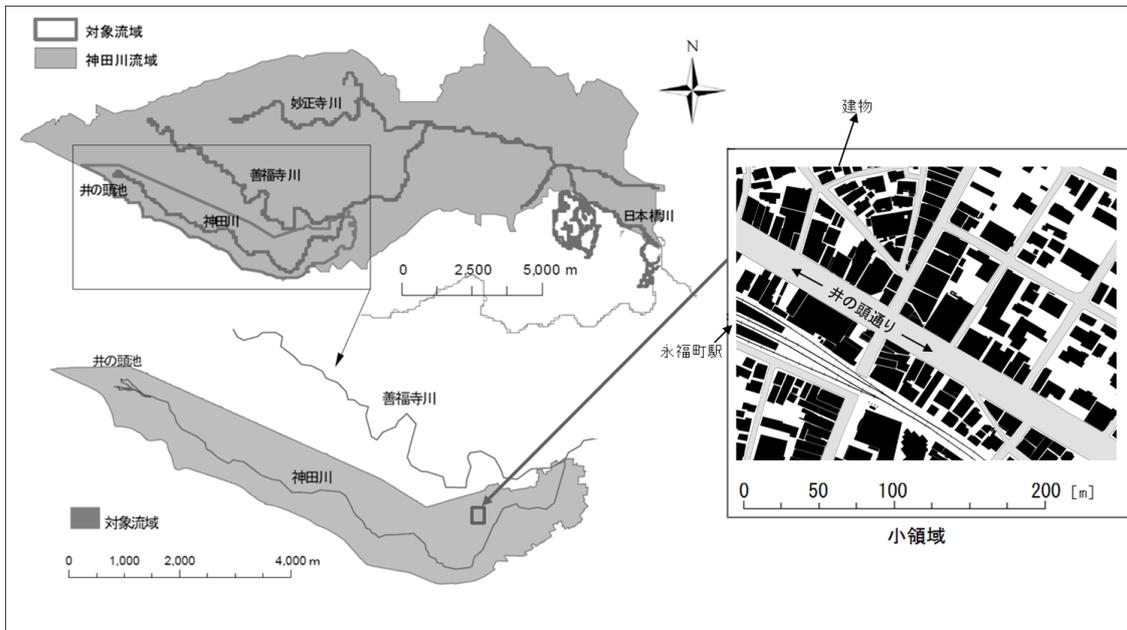


図-10 神田川上流域の概要と小領域.

表-2 道路 NWD 作成のためのパラメータ

ステップ	名称	値	(単位)
交差点・単路部の分離	θ_0	195	(度)
	L_0	6	(m)
	θ_{Dmax}	15	(度)
	θ_{Dcross}	30	(度)
道路中心線の発生	L_w	3	(m)
	R_c	1.8	(-)
	θ_c	30	(度)

表-3 道路 NWD の交差点・単路部のデータ数

区分		要素数
単路部	総数	10,122
	幅員 12m 以下	9,483
	幅員 12m より大	639
交差点	総数	5,642
	3 差路	4,472
	4 差路	1,083
	5 差路以上	87

作成範囲角度 θ_{Dmax} は θ_0 と同様の理由により 15 度を、交差タイプ分類角度 θ_{Dcross} は仮分離線の分類結果が良好となる 30 度を設定した。次いで、単路部の道路中心線発生パラメータである L_w としては、対象領域の最低道路幅が 3m 程度であり、ひずみの小さな単路部の道路中心線を発生させるためには道路幅程度で道路を分割することが必要と考えたため、3m を設定した。また交差点の道路中心線発生に必要な各パラメータは以下のように決定した。まず、相対道路を検出する際の道路幅の比に関するパラメータ R_c については、交差点において R_{ij} が 2 を超えると異なる道路とみなせる場合が多く、また 1.5 程度では同じ道路とみなせることが多かったため、1.8 を設定した。また相対道路検出の際に用いる角度の閾値 θ_c については、 $\theta_c = 10, 20, 30, 40$ 度をそれぞれ検討し、この中で発生する中心線が道路の進行方向を最もよく再現可能であった 30 度を設定することとした。

表-3 は、神田川上流域において道路 NWD を自動構築した際に得られたデータの特性を示したものである。まず単路部のデータに注目すると、神田川上流域の単路数 10,122 のうち、幅員 12m 以下の生活道路の数が 9,483 と 9 割を超えているため、狭い生活道路が支配的な領域であることが見て取れる。また交差点に注目すると、全交差点数 5,642 のうち 5,555 が 3,4 差路であり、接続道路数の大きい複雑な交差点が占める割合は極めて小さいことがわかる。本章ではさらに、道路 NWD の線形について検証するため、本データを従来の手法で発生させた道路 NWD と比較するとともに、道路の直進性が失われる交差点の検出と検討を行うこととした。

(1) 従来の手法との比較

本研究で提案した手法により作成した道路 NWD について、ティーセン分割法により自動構築した道路 NWD⁸⁾ (以下、ティーセンデータと呼ぶ) および TIN を用

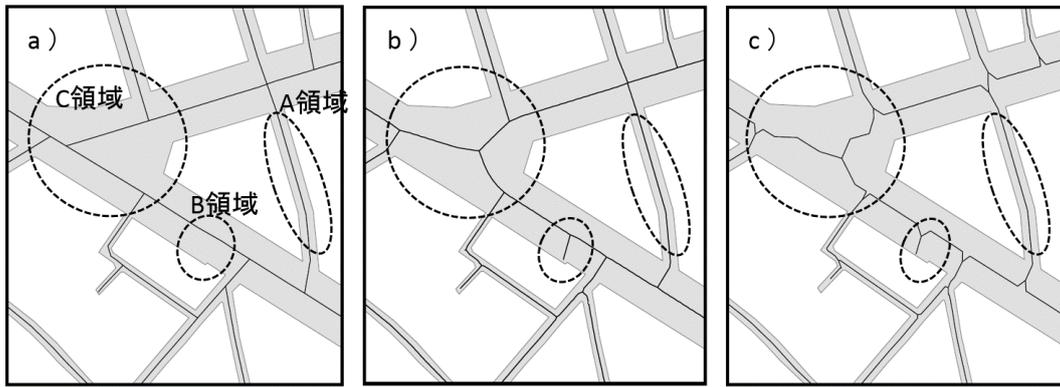


図-11 神田川上流域における a) 本手法による道路 NWD, b) ティーセンデータおよび c) TIN データ.

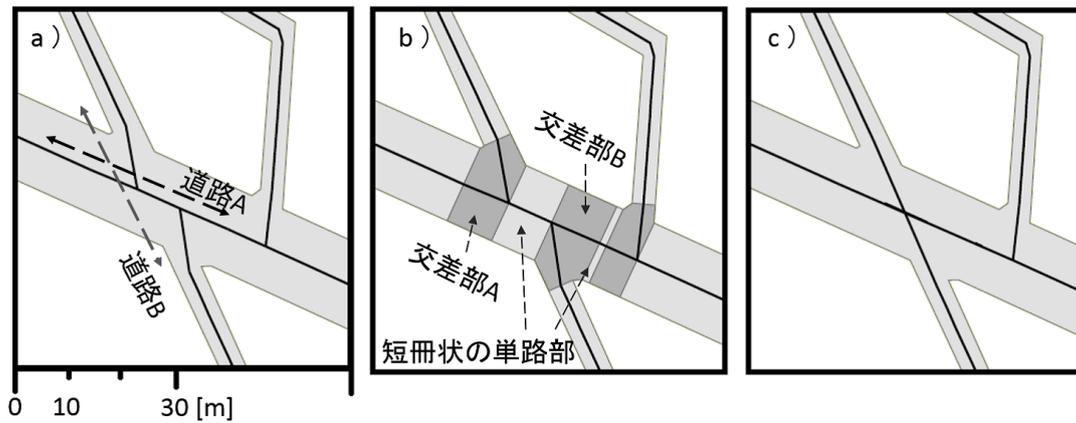


図-12 道路の直進性が失われる交差部での検討, a) 道路 NWD, b) 同領域の交差部と単路部, および c) 単路部を修正した場合の道路 NWD.

いて自動構築した道路 NWD⁷⁾ (以下, TIN データと呼ぶ)と比較し, 本手法の有効性を検証する. 図-11 では, 神田川上流域の一部における道路 NWD, ティーセンデータおよび TIN データを示している. この図より, たとえば図中の A 領域のような単純形状の単路部では各データに大きな差は見られないものの, 単路部で道路幅が変化する B 領域においては, 本手法のデータでは他の手法とは異なり不要な中心線が発生していない. また隅切りがあり形状が複雑な交差部 (C 領域) に注目すると, ティーセンデータおよび TIN データではひずみが発生し道路の直進性が失われているが, 道路 NWD では交差部を通過する道路が明瞭となっており, 道路の直進性が明確となっている. これは, このような複雑な交差部においても交差部と単路部が適切に分離され, 道路進行方向が正確に設定されているためと考えられる.

(2) 道路の直進性が失われる交差部の検出と検討

次いで, 本手法で作成した道路 NWD においても道路の直進性が維持されない交差部について検出を行い, この原因を検討する. 図-12 a) に示した交差部では,

道路幅の大きな道路 A では道路の直進性が維持されているものの, 道路 B については道路中心線が交差部を挟んで屈曲しており, 直進性が失われている. この原因を調べたところ, 図-12 b) に示したように同領域の交差部は A, B の二つに分離され, 異なる交差部として作成されており, 交差部の間に短冊状の単路部が発生していることが分かった. そこで本研究ではさらに, 道路進行方向の長さが単路部の道路幅よりも小さな単路部を抽出し, 隣接する交差部に組み込む処理を行った後, 交差部の道路中心線を再度発生させた. その結果, 図-12 c) に示すように, 道路の直進性を維持した形状で道路中心線を発生させることが可能であることを確認した. この結果より, 交差部と単路部を精度よく分離することが, 本自動構築手法を用いて道路 NWD を精度よく作成するうえで重要であることがわかった.

6. むすび

本研究では, カーナビゲーションシステムの設計や交通・氾濫シミュレーションモデルの構築など多様な用途をもつ道路 NWD を自動構築するシステムについて

て開発を試みた。本手法では、まず都市域の複雑な道路を道路形状特性に着目して単純形状の交差部と単路部に分離し、次いで交差部と単路部で異なる手法を用いて道路中心線を発生させ、最後に道路中心線を連結し、ひずみが少なく道路の直進性を維持した道路NWDを自動作成している。本手法を実際の都市域である神田川上流域に適用し検証を行った結果、道路の幅員が変化する領域や交差部など複雑な形状の領域においても道路の直進性を維持した形状で道路中心線を作成できることが示された。また、本手法においても道路の直進性が維持されない一部の交差部については、隣接する単路部を修正し、交差部として組み込むことで道路NWDの作成結果が改善されることが示された。今後の展望としては、単路部を修正し組み込むことにより、道路の直進性が失われる領域がないかを検証するとともに、中央分離帯などで分離されている道路など、往復車線を異なる道路として道路中心線を抽出することが望ましい道路において、道路NWDを自動作成する手法を開発する予定である。

謝辞： 本研究を遂行するにあたって科学研究費（基盤研究（C））、代表：天口英雄、課題番号：25420530の補助を受けました。ここに記して深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 大沢裕, 藤野和久: 前処理を必要としない道路ネットワーク上での最短寄り道経路探索アルゴリズム, 電子情報通信学会論文集 D, Vol. J93-D, No. 3, pp.203-210, 2010.
- 2) 花房比佐友, 小林正人, 小出勝亮, 堀口良太, 大口敬: 市街地道路交通を対象としたナウキャストシミュレーションシステムの構築, 東京大学生産技術研究所研究解説, Vol. 65, No. 2, pp. 105-110, 2013.
- 3) 鈴木久美子, 安原一哉, 村上哲, 小峰秀雄: 非構造格子モデルを用いた氾濫解析における GIS の利用, 土木情報利用技術論文集, Vol. 17, pp.243-248, 2008.
- 4) 糸永航, 松田一郎, 米山範隆, 伊藤晋: 地図画像からの道路ネットワークの自動抽出, 電子情報通信学会論文集 D-II, Vol. J82-D-II, No. 11, pp. 1990-1999, 1999.
- 5) 国土地理院: 数値地図 2500 (空間データ基盤), <<http://www.gsi.go.jp/geoinfo/dmap/dm2500sdf/>> (2014.6.25 入手) .
- 6) 東京都都市整備局: 東京都縮尺 1/2500 地形図構造化データファイル, <http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/kiban/map_user/> (2011.9.13 入手)
- 7) Huseyin Z.S.I., Oztug B. and Mehmet Y.: Triangulation Method for Area-Line Geometry-type Changes in Map Generalisation *Cartographic Journal*, Vol.47, No.2, pp.157-163, 2010.
- 8) 奥秋恵子: 道路形状ポリゴンを用いた、道路幅員ネットワークデータの自動生成. 地理情報システム学会講演論文集 (CD-ROM), Vol. 21, pp. ROMBUNNO.D-1-4, 2012.
- 9) 伊吹山四朗, 多田宏行, 栗本典彦: わかり易い土木講座 12 新訂版 道路, 彰国社, 1994.
- 10) 樗木武: 都市計画 第 3 版, 森北出版株式会社, 2012.
- 11) 都市計画・建築法制委員会: 要説 改正 都市計画法・建築基準法 (平成 4 年改正), 新日本法規出版株式会社, 1992.
- 12) 福田正, 松野三郎: 土木工学ライブラリ 9 道路工学, 朝倉書店, 1997.
- 13) 田内裕人, 天口英雄, 河村明, 中川直子, 古賀達也: 都市域における洪水流出解析を目的とした微小道路要素の自動構築手法に関する研究, Vol. 22, No.2, pp. 25-34, 2014.
- 14) 河村哲也: 河川のシミュレーション!, 山海堂, 2004. (2014. 10. 27 受付)

STUDY ON AN AUTOMATED CONSTRUCTION METHOD OF ROAD NETWORK DATA BASED ON PROPERTIES OF URBAN ROAD SHAPE

Hiroto TANOUCHI, Hideo AMAGUCHI, Akira KAWAMURA, Tatsuya KOGA and Youichi HAGIWARA

In this study, a new automated construction method of road network data is developed. Road network data is often utilized in studies of numerical simulation models for traffic, rainfall-runoff and flood inundation analysis. In the developed method, firstly crossroads are demarcated from road sections of uninterrupted flow in order to simplify a polygon of road. Secondly road centerlines of road sections and crossroads are generated separately. The developed method was applied for Kanda catchment and the shapes of road network data were validated. It was demonstrated that road network data can be created by using the method of this study without a correction.