

(61) 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

¹学生会員 修（工） 首都大学東京 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） 首都大学東京助教 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 首都大学東京教授 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（〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1）

道路中心線データは、都市の交通解析や氾濫解析の基礎である道路ネットワークデータを構築するために必要不可欠である。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中心線の自動構築手法を提案する。本手法では、まず道路を交差点部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、次に交差点部の道路中心線を単路部の交差点部への接続方向に基づき作成している。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、ひずみのない道路中心線が得られた。この結果より、本研究で提案した自動構築手法は、道路中心線の入手を容易とするのに有用と考えられる。

Key Words : road network data, road centerline, road polygon, GIS, automated construction method, road planning

1. はじめに

道路ネットワークデータの利用は、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⁾など多岐にわたるため、道路ネットワークデータ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、精度の高い道路ネットワークデータを作成している。また近年配備が進む数値地図 2500⁵⁾など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^{6),7)}。汎用的な手法を用いた場合、複雑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⁶⁾。道路形状が複雑となる都市部では複雑形状の交差点や道路幅の局所的な変化が多いので、道路ネットワークデータの自動構築には道路形状特性を考慮する必要がある。

そこで本研究では、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、複雑形状の道路を単純形状の要素の集まりとして捉えることで、ひずみが少なく道路の直進性を維持した道路ネットワークデータを自動構築する手法を提案する。また本手法を実際に道路形状が複雑な都市域に適用し、目視により道路ネットワークのひずみと直進性を確認することで本手法の有用性を検証する。

2. 都市域の道路特性

都市域では図-1 a)のように、高規格道路や区画道路などさまざまな幅員の道路が交差点により接続し、巨大かつ複雑なネットワークを形成している。交差点の種類は道路の枝数、交差角度および導流路

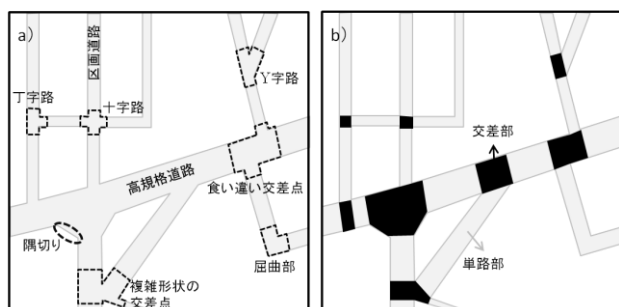


図-1 都市域の道路と交差点・単路部への分離

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、拡幅交差点など様々であり、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。また交差点以外の道路でも、垂直に近い角度で道路が折れ曲がる屈曲部が存在し、複雑な形状をなしている。このような都市域において道路データからひずみの少ない道路中心線を抽出することは容易ではない⁷⁾が、著者らは道路を単純化するために、図-1 b)のように交差点と単路部とに分離する手法を提案している⁸⁾。

3. 自動構築手法

本研究で提案する自動構築手法では、図-2 のフローチャートに従い、まず1つの連続したポリゴンで表現された道路を交差点・単路部に分離し、次いで単路部・交差点それぞれにおいて異なる処理で道路中心線を発生させ、最後に作成した道路中心線を連結し道路ネットワークデータを構築する。

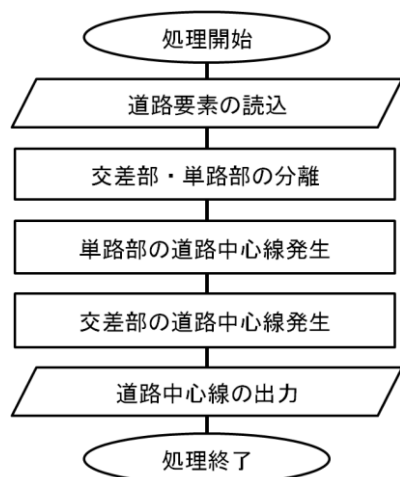


図-2 道路中心線発生フローチャート

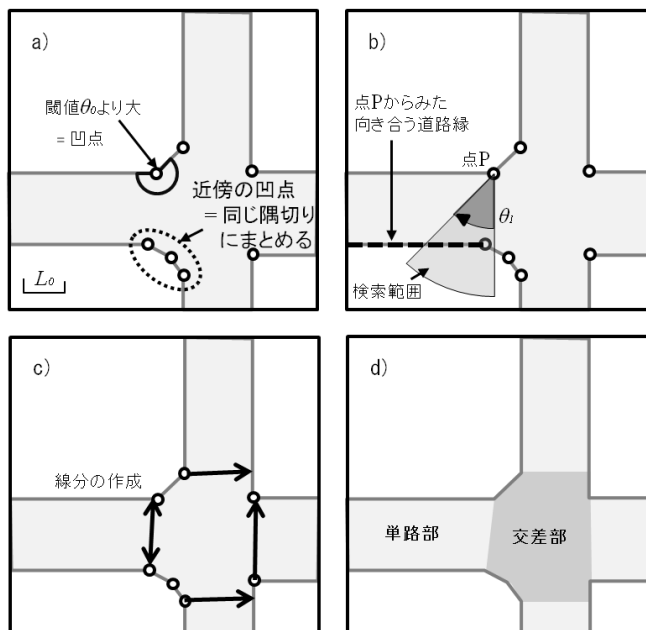


図-3 交差点・単路部の分離

(1) 交差点・単路部の分離

図-3 には交差点・単路部分離の具体的な流れを示す。まず、交差点付近には道路縁の屈曲角度(図-3 a)の θ_0)が180度よりも大きな凹点が集まる特徴があるため、凹点を抽出し、近傍(図-3 a)の距離 L_0 以内)の凹点をまとめることで隅切りを抽出する。ここで距離 L_0 は建築基準法で隅切りの最小長さが4mとされていること、および凹点間の距離が6m以上となると、2つの凹点が異なる交差点を構成している場合が多かったことを考慮し、6mを設定した。次いで隅切りの端となる凹点から、図-3 b)のように道路を横切る方向に検索範囲を設定し、道路を挟んで向き合う道路縁を検索する。図中の検索角度 θ_1 は少なくとも30度を設定すれば、交差点・単路部の分離を精度良く行うことができることを確認している。次に検索した道路縁の端点に向け、検索範囲を設定した凹点から線分を発生させ(図-3 c))、この線分で交差点と単路部を分離し、分割された道路要素を得る(図-3 d))。

(2) 単路部の道路中心線発生

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。まず、抽出されたすべての単路部(図-4 a))を短冊状に分割(図-4 b))し、得られた短冊状単路部について、図-4 c)に示す共有線分の midpoint を発生させ、最後に図-4 d)のように中間点を結ぶ線分を発生させ、単路部の道路中心

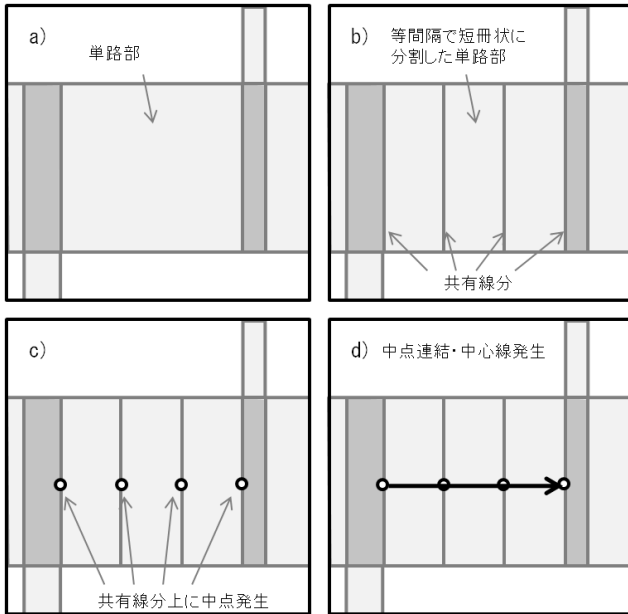


図-4 単路部の中心線発生

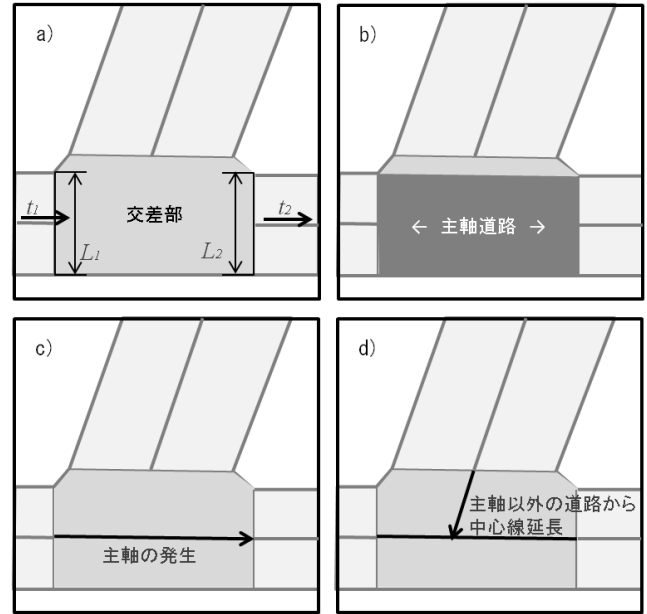


図-5 交差部の中心線発生

線を作成する．短冊状単路部の幅については，都市域の最も狭い道路幅として 3m 程度を設定した．

(3) 交差部の道路中心線発生

図-5 に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す．本研究では交差部における道路の直進性を維持するために，幅が広く交差部を直進する道路を主軸道路として抽出し，交差部内で屈曲しない主軸道路の道路中心線を作成している．2 つの単路部を交差部における主軸道路として抽出できる条件を検討したところ，交差部に接続する道路の進行方向（図-5 a）の t_1, t_2 と交差部・単路部の分離線長さ（図-5 a）の L_1, L_2 を用いて，以下の条件を満たすことが必要であることを確認した（図-5 b））．

- ・条件①： t_1 と t_2 のなす角度 < 15 度
- ・条件②： $4/5 < L_1 / L_2 < 5/4$
- ・条件③：条件①，②を満たす中で最も $(L_1 + L_2) / 2$ が大きい

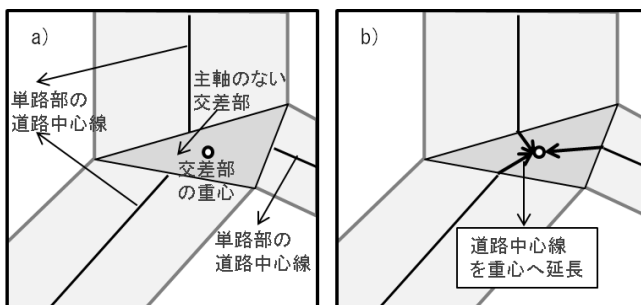


図-6 主軸のない交差部の道路中心線発生

次に図-5 c) のように，主軸道路の交差部内における道路中心線（以下，主軸とする）を発生させるとともに，主軸道路以外の単路部においては図-5 d) ように道路中心線を主軸までまっすぐ延長し，交差部の道路中心線を作成する．また図-6 a) のように主軸道路が抽出されない Y 字路のような交差部では，図-6 b) のように交差部に接続するすべての道路中心線を交差部の重心まで延長し，交差部の道路中心線とする．

4. 都市域への適用

図-7 に本研究の自動構築手法を適用した東京都杉並区の 250m×200m 領域における道路，鉄道，および建物の配置を示す．本領域には都道 413 号線（井の頭通り）の高規格道路に加え，細街路が複雑に分布しており，複雑な道路ネットワークを形成している．本研究では，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本領域のポリゴン型道路から，道路中心線の自動構築を行った．図-8 は自動構築手法で作成した道路中心線を示している．まず複雑な交差部を示す A 領域に注目すると，交差部が単純形状の 2 つの交差部ポリゴンで表現されていることが見て取れる．また 2 つの交差部ポリゴン内の道路中心線は直進性が維持されひずみがないため，この交差部の道路中心線について手

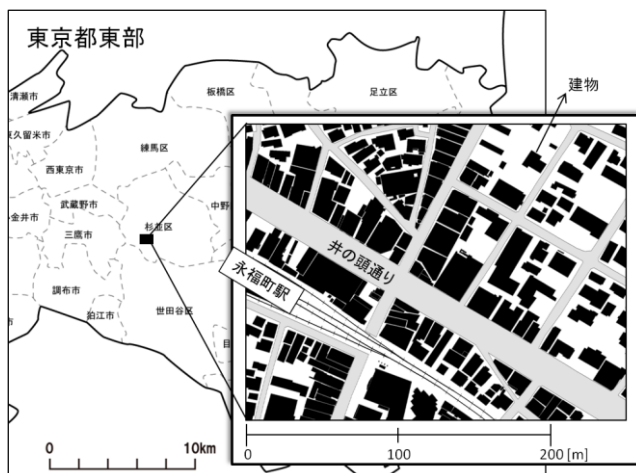


図-7 本研究での道路中心線自動作成対象領域

作業による修正は不要と考えられる。次いで単路部の道路中心線に注目すると、たとえば屈曲部のある単路部を示す B 領域では、道路が屈曲していることがわかる形状で道路中心線が作成されている。以上により、本手法を用いることで、手作業による修正を必要としない都市域の道路中心線を作成することが可能と考えられる。

5. むすび

本研究では、ポリゴン型の道路データを入力とし、形状が複雑な都市域の道路を交差部・単路部とに単純化することで、道路の直進性を維持するとともに、修正を必要としない新たな道路中心線の構築手法を提案した。また本手法を実際の都市域に適用し、道路ネットワークの構築精度を検証した。その結果、今まで道路中心線の構築が難しかった交差部付近において、ひずみのない道路中心線を発生させることができた。このことから本手法を用いることで、手作業による修正を必要としない都市域の道路中心線を作成することが可能と考えられる。今後は検証対象領域を広げることで、多様な道路形状においても本手法によりひずみのない道路中心線を発生させることが可能かを検証するとともに、先行研究による道路中心線の発生手法と本手法を比較し、より詳しく検証を行う予定である。

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

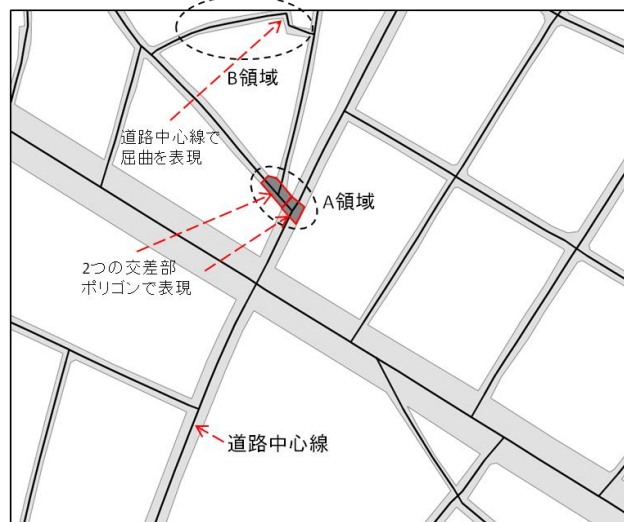


図-8 対象領域における道路中心線

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誌 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誌 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 参照) .
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 田内裕人, 天口英雄, 河村明, 中川直子: 都市流域における洪水流出解析を目的とした道路自動分割手法について, 第 41 回土木学会関東支部研究発表会講演集, CD-ROM 版, pp. IV-54, 2014.