

近接グラフによる道路網形態の解析

02900310 筑波大学 *渡部大輔 WATANABE Daisuke

1. はじめに

本研究では、ノードとリンクで成り立っている道路網の形態について、リンクの長さや本数などの総数や分布を用いて議論する。道路密度（面積当り道路延長）などの指標のみでは、形態的特性が明らかにならない。

[1] などでは、ランダムラインに基づいて交差点数と道路延長の関係（ルート N の法則）を明らかにした。一方、[2] では、街路網から抽出した交差点を用いて最小木・外延木・ドロネ網を作成して、道路網と重なるリンクの割合をヒット率として重複したリンクを評価している。

ノード間の近接性に着目して、近接グラフを用いる。近接グラフ (Proximity Graph) とは、ドロネ網や最小木に代表されるような平面上において点同士の近さに基づいて定義されるグラフの総称である。

- 孤立最近接対 (Reciprocal Pairs: RP)
- 最近傍グラフ (Nearest Neighborhood Graph: NNG)
- 最小木 (Minimum Spanning Tree: MST)
- 相対近傍グラフ (Relative Neighborhood Graph: RNG)
- ガブリエルグラフ (Gabriel Graph: GG)
- ドロネ網 (Delaunay Triangle: DT)

各グラフ間の関係は、 $RP \subseteq NNG \subseteq MST \subseteq RNG \subseteq GG \subseteq DT$ である上記に属さないリンクについては、完全グラフ (Complete Graph: CG) によって構築されたものとする。

2. 道路網データによる近接グラフ

2.1. 使用データ

国土地理院による「数値地図 2500(空間データ基盤)」(以下、数値地図 2500 と表記) では、1:2,500 国土基本図を基にして幅員 3m 以上の道路を取得している。4 図葉 (東西方向: 4km, 南北方向: 3km) を対象とし、図郭をまたぐリンクを接合してデータを作成した。

今回は、つくばセンター周辺での分析の結果を報告する。データより、道路網 (道路リンク: 1812 本, 道路ノード: 1345 個) を取得する。

- 道路リンク: 道路ノード間を補間点によって道なりに表現している。
- 道路ノード: 道路リンクの起終点 (交差点, 属性変換点, 行止り点, 境界の図郭点)



図 1: 道路ノードと道路リンクによる道路網 (つくば)

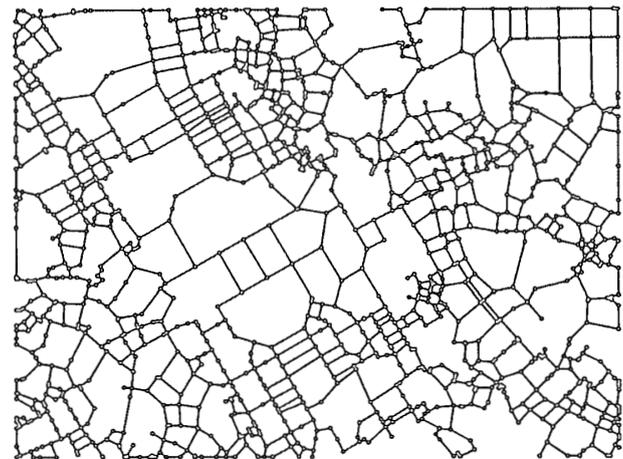


図 2: 道路ノードより生成した RNG (つくば)

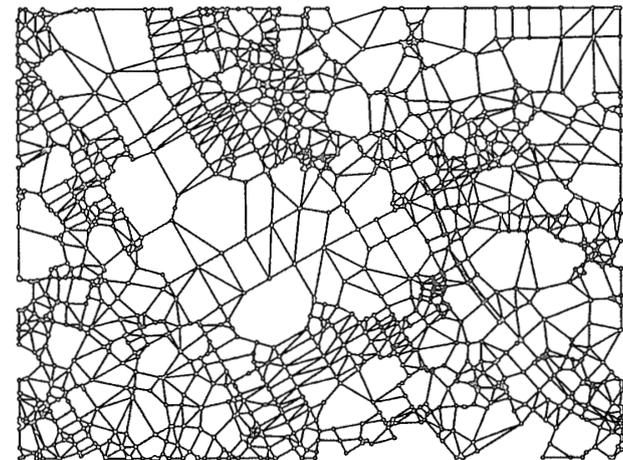


図 3: 道路ノードより生成した GG (つくば)

そして、道路ノードを利用して近接グラフを作成する。図1に道路網、図2と図3に近接グラフ（紙面の都合でRNGとGGのみ）を示す。

2.2. 辺長分布

長い順にDT,GG,RNGとすそが長くなっており、ランダムな点分布の場合[3]と同じ傾向を示す。道路網も他と同じく80mが最も頻度が高く、その辺りではRNGに近く、長くなるとGGに近い性質がある。

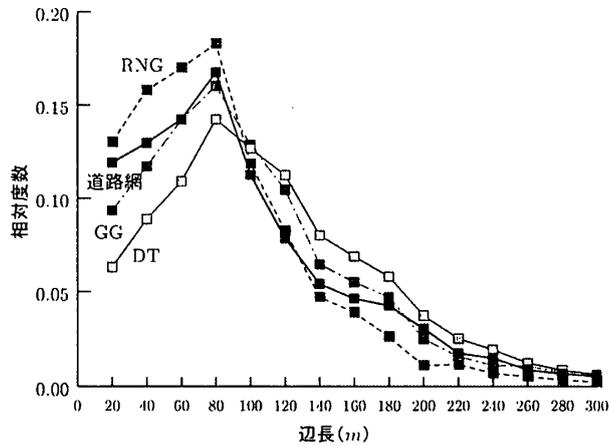


図4: 近接グラフと道路網の辺長分布 (つくば)

2.3. 接続次数分布

ネットワークが密になる程に、DT,GG,RNGとすそが長くなっている。道路網は次数2が極端に少なく、近接グラフと異なり連続的な分布が見られない。

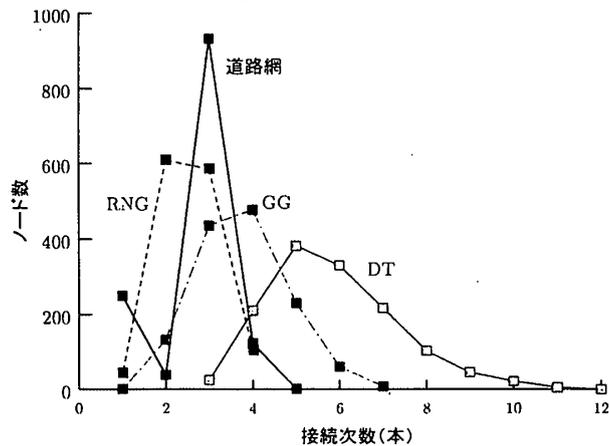


図5: 近接グラフと道路網の接続次数分布 (つくば)

3. 規則的点分布における近接グラフとの比較

各規則的点分布における近接グラフは図6のようになる。面積 S の領域に交差点数 n が一様に分布する場合、辺の総延長と総本数は表1のようにまとめられる。

つくばセンターのデータ $S = 12\text{km}^2, n = 1216$ (図郭点を除いた点数)を代入し、図7にプロットする。つくばの道路網は六角RNG/GGやRNGと近く、GGは正方GG/RNG, DTは六角DTに近いことが分かる。

4. 今後の展望

道路網の境界の影響や道路密度の異なる都市との比較、街区面積など町割(街割)との関係を考察したい。

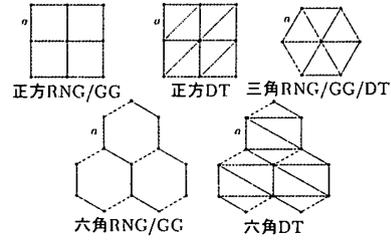


図6: 規則的点分布における近接グラフの例

表1: 規則的点分布における近接グラフ総辺長と総辺数

格子点	グラフ	総辺長	総辺数
正方	RP/NNG	\sqrt{nS}	n
	MST	$(n-1)\sqrt{\frac{S}{n}}$	$n-1$
	RNG/GG	$2\sqrt{nS}$	$2n$
	DT	$(2+\sqrt{2})\sqrt{nS}$	$3n$
三角	RP/NNG	$\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{nS}$	n
	MST	$(n-1)\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{\frac{S}{n}}$	$n-1$
	RNG/GG/DT	$3\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{nS}$	$3n$
六角	RP	$\frac{2}{\sqrt{3\sqrt{3}}}\sqrt{nS}$	n
	MST	$(n-1)\frac{2}{\sqrt{3\sqrt{3}}}\sqrt{\frac{S}{n}}$	$n-1$
	RNG/GG	$\sqrt{\frac{3}{\sqrt{3}}}\sqrt{nS}$	$\frac{3}{2}n$
	DT	$\frac{5+2\sqrt{3}}{\sqrt{3\sqrt{3}}}\sqrt{nS}$	$3n$

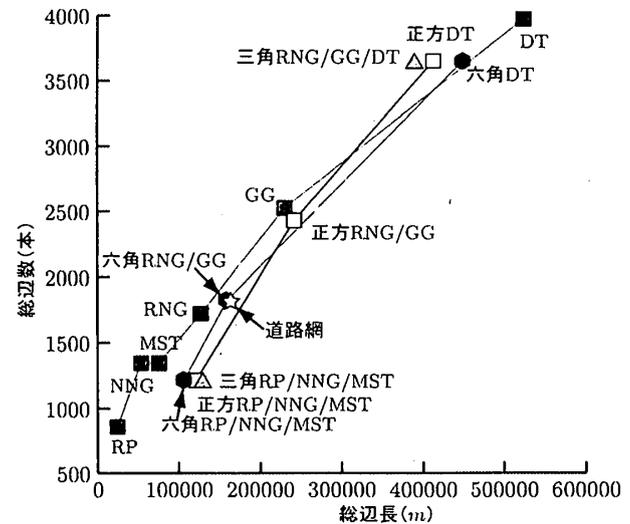


図7: 総辺長と総辺数による各種グラフの比較 (つくば)

参考文献

- [1] 腰塚武志, 道路網と交差点, 都市計画, 103(1978), 36-41.
- [2] 谷村仰仕, 古山正雄, 英国歴史都市の街路網に見られる合理的形態則に関する考察, 日本建築学会計画系論文集, 563(2003), 179-186.
- [3] 渡部大輔, 鈴木勉, 腰塚武志, 近接グラフの辺長分布, 2004年日本オペレーションズリサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集, 332-333.