

## 平面の距離分布とネットワークの距離分布

02302320 筑波大学 社会工学研究科 \* 田村一軌 TAMURA Kazuki  
 01102840 筑波大学 社会工学系 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi  
 01009480 筑波大学 社会工学系 大澤義明 OHSAWA Yoshiaki

### 1. はじめに

都市解析・幾何確率の分野において、閉じた平面領域におけるあらゆる2点間の距離分布が求められ、これを用いた都市分析が行われている。また筆者らは道路網上におけるあらゆる2点間の距離分布の導出方法を示した(文献[1])。一方は二次元平面を対象とし直線距離・直角距離などの幾何学的距離を扱ったものであり、もう一方は道路距離を対象とするものであるが、この両者には何らかの関係があるはずである。道路密度が高くなりどの方向へもあまり迂回せずに移動できるようになれば、道路距離は直線距離に近づいていこう。言い換えれば、直線距離を用いて都市分析を行うことは十分に高い道路密度を仮定しているということであり、道路密度が低いときに直線距離を用いた分析を行うには注意を要する。そのような意味で、移動からみた平面と道路網との関係を把握しておくことは意義があるだろう。

本研究の目的は、平面領域の距離分布とその領域内に張られた道路網空間の特性を移動という観点から捉えることである。本稿では特に格子状道路網と矩形領域の rectilinear 移動の距離分布に着目し分析を行う。

### 2. 正方領域における分析

まずはじめに、正方領域とその中の格子状道路網の関

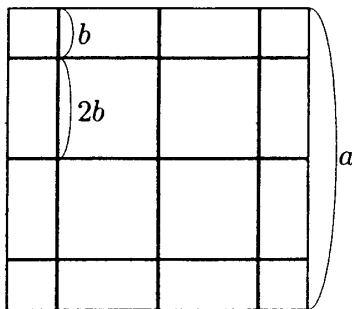


図1: 対象領域・格子状道路網

係を見る。これらの移動距離分布は以下に示すように理論的に求められている。一辺  $a$  の正方領域内の rectilinear 距離の分布は、文献[2]より

$$0 < r \leq a \text{ のとき } f(r) = \frac{2}{3}r^3 - 4ar^2 + 4a^2r,$$

$$a < r \leq 2a \text{ のとき } f(r) = \frac{2}{3}(2a - r)^3 \quad (1)$$

である。また、図1のような  $3 \times 3$  の格子状道路網における距離分布は文献[3]より

$$0 < r \leq b \text{ のとき } f(r) = 12(5r + 6b),$$

$$b < r \leq 2b \text{ のとき } f(r) = 12(r + 10b),$$

$$2b < r \leq 3b \text{ のとき } f(r) = 4(29r - 22b),$$

$$3b < r \leq 4b \text{ のとき } f(r) = 4(r + 62b),$$

$$4b < r \leq 5b \text{ のとき } f(r) = 20(r + 6b),$$

$$5b < r \leq 6b \text{ のとき } f(r) = 20(26b - 3r),$$

$$6b < r \leq 8b \text{ のとき } f(r) = 16(26b - 3r),$$

$$8b < r \leq 10b \text{ のとき } f(r) = 16(10b - r) \quad (2)$$

である。ここで  $a = 6b$  とし、全体の測度  $\int f(r)dr$  が同

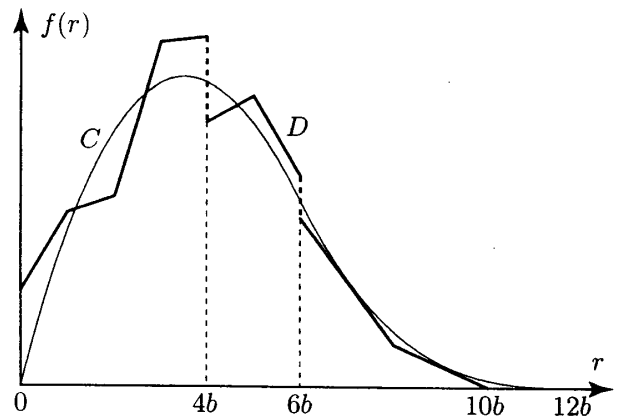


図2: 距離分布の比較(3×3格子)

じになるようにすることで両者を比較することができる。図2は rectilinear 距離の分布を  $C$ 、格子状道路網の距離分布を  $D$  として示したものであり、これを見ると両者がある程度合っていることが分かる。また格子の数を増

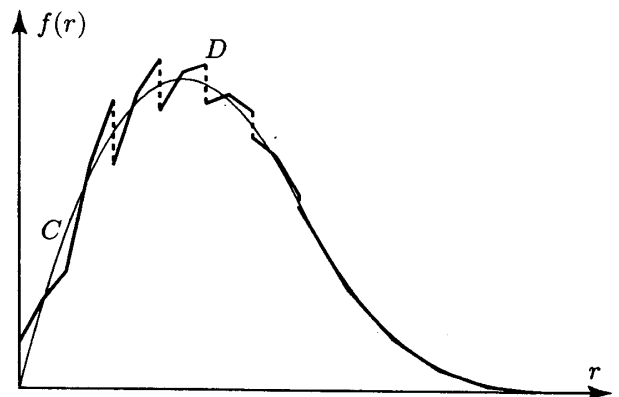


図3: 距離分布の比較(6×6格子)

やした場合には  $C$  と  $D$  とがより近づくことが予想される。その場合の分布は文献[1]の方法によって求めることができ、実際格子の数が増えるほど  $D$  はさらに  $C$  に近づく様子を見ることができる。図3に  $6 \times 6$  の格子状道路網における距離分布を示す。

### 3. より簡便な距離分布

ところで図2, 図3を見ると道路網の距離分布が不連続になっているが, それは以下のような状況で起こる. 図4のような2つのリンク  $L_1, L_2$  の間を行き来する移動について考える. このとき  $L_1$  上の点  $x_1$  からみて  $R_1$  を通っても  $R_2$  を通っても移動距離が同じになる点  $x_2$  が  $L_2$  上に存在する. またこのとき  $x_1$  から  $x_2$  までの距離は点の位置によらず一定 (この場合は  $4b$ ) である. この

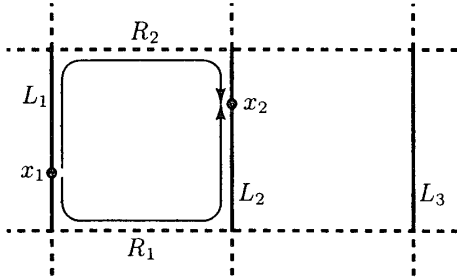


図4: 分布が不連続になる理由

ような状況が発生するとき距離分布は不連続になり, 図1の場合では,  $L_1, L_2$  あるいは  $L_2, L_3$  のようなリンクの組み合わせと, それより距離の遠い  $L_1, L_3$  のようなリンクの組み合わせ2通りが存在する. このため図2では距離  $4b$  と  $6b$  の2ヶ所で分布が不連続になるのである. 同様の理由により図3では, 5ヶ所で不連続になっている.

ここで, 図4のような場合において仮想的にルートを1つに固定することを考える. すなわち,  $L_1, L_2$  間の移動はすべて  $R_1$  を通るものとする. 結果距離分布は連続になるが, そのようにして求めた分布を図5に示す. 今

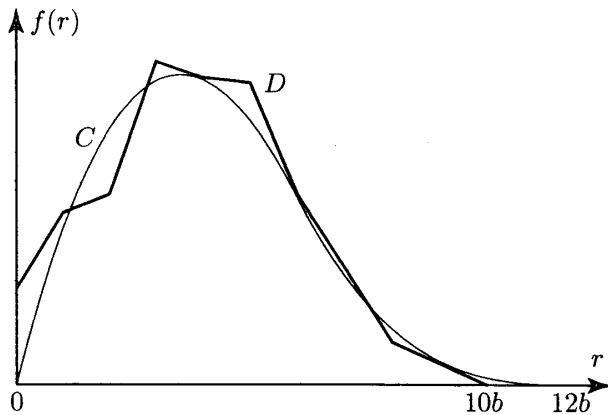


図5: 連続にした距離分布

述べたことから分かるように, この分布は必ずしも最短距離による分布ではない. また計算も易くなるのだがそれでも rectilinear 距離の分布とよく合っている.

### 4. 実際の道路網における比較

次に実際の道路網を用いて rectilinear 距離と道路距離の分布を比較する. 対象とするのは京都市中心部の堀川通, 河原町通, 四条通, 丸太町通に囲まれた南北約1.5km, 東西約1.6kmの地域である. この地域の周囲の大通りを除いた道路網から, ノード数が319, リンク数が504のネットワークデータを作成した. 対象地域の道路網はほぼ格子状になっている (図6).

この道路網の距離分布と, ほぼ対象地域と等しい矩形領域の rectilinear 距離分布を重ね描いたものが図7である. これを見ると2つの分布がほとんど重なっていることが分かる.

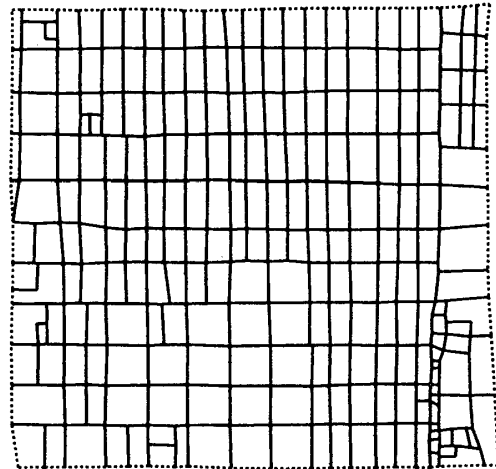


図6: 京都市中心部道路網

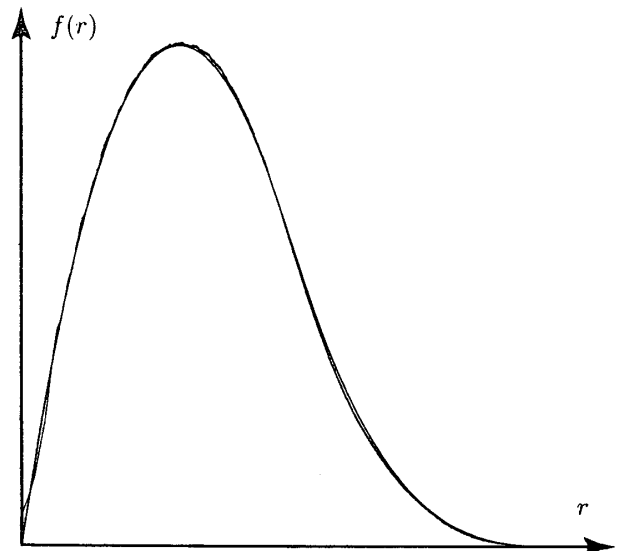


図7: 京都道路網と矩形領域の距離分布

### 5. まとめ

矩形領域内の rectilinear 移動と格子状道路網の移動距離分布を比較し, 道路密度が高くなると両者の差が小さくなることを示した. また格子状の道路網を持つ都市の例として京都を取り上げ, 移動距離分布がほとんど一致することを示した. 今後は格子状ではない道路網を持つ都市でも同様の分析を行いさらに知見を深めたい.

### 参考文献

- [1] 田村一軌, 腰塚武志 (2000): 道路網上の距離分布と流動量分布に関する基礎的考察. 日本都市計画学会学術研究論文集第35号, pp.1021-1026.
- [2] 腰塚武志 (1996): 建物内の移動距離からみた低層建物と高層建物との比較. 日本都市計画学会学術研究論文集第31号, pp.31-36.
- [3] 腰塚武志 (1997): 移動から見たネットワークの分析. 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会アブストラクト集, pp.252-253.