

移動からみたネットワークの分析

01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi

1. はじめに

都市とはある地点から別な地点までの移動が自由に行えることが保証されていない。そこで移動という観点からネットワークを利用(移動)する上での“空間の構造”のチェックをしてみよう。

前回の発表(文献[2])でも触れているが、チェックの一つは与えられた空間における移動距離の分布と考えており、これは与えられた空間におけるあらゆる2地点の移動を前提とした距離の全体分布ということになる。他の一つはあらゆる2地点の移動の重なりともいべきもので、ここでは移動量分布と呼ぶことにするが、この量が多い地点では潜在的に実際の交通混雑も起こりやすいと考えられる。

2. 距離分布

まずネットワーク上の任意の2点 p_1, p_2 につき、2点 p_1, p_2 間のネットワーク上の最短距離を $D(p_1, p_2)$ と表わすと、2点 p_1, p_2 が距離 r 以内の2点のペアの量は

$$F(r) = \iint_{D(p_1, p_2) < r} dp_1 dp_2 \quad (1)$$

となる。そしてこれを r で微分した $f(r)$ を「距離分布」と呼ぶことにする。

ここで図1のように中心で交わる n 本の線分を考え、この線分の長さを α とし、この長さ $n\alpha$ の線分の任意の点から任意の点までの距離の分布を求めよう。詳細な議論は紙面の都合でできないが得られた結果は

$0 < r \leq \alpha$ のとき

$$f(r) = n\{(n-3)r + 2\alpha\},$$

$\alpha < r < 2\alpha$ のとき

$$f(r) = n(n-1)(2\alpha - r) \quad (2)$$

のようになる(文献[1])。

これを用いると距離の平均値 \bar{r} は

$$\begin{aligned} \bar{r} &= \frac{1}{(na)^2} \left[\int_0^\alpha n\{(n-3)r + 2\alpha\}rdr \right. \\ &\quad \left. + \int_\alpha^{2\alpha} n(n-1)(2\alpha - r)rdr \right] \\ &= \left(1 - \frac{2}{3n}\right)a \end{aligned} \quad (3)$$

と得られる。

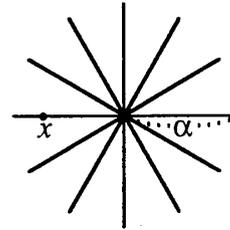


図1 放射状パターン

そこで図2のように長さ $8a$ の線分でネットワークを A, B, C と構成すれば、式(1)において A のときは $n = 2, \alpha = 4a$ (または $n = 1, \alpha = 8a$ としても同じ)、B のときは $n = 4, \alpha = 2a$ 、C のときは $n = 8, \alpha = a$ と置くことにより、距離分布が図3のように描ける。距離の平均値は式(2)より A, B, C それぞれ $8a/3, 5a/3, 11a/12$ となっている。

3. 移動量分布

つきにネットワーク上の任意の2点 p_1, p_2 間の移動(往復)を $P(p_1, p_2)$ と表わすと、図1において地点 x を通る移動の総量は

$$F(x) = \iint_{x \in P(p_1, p_2)} dp_1 dp_2 \quad (4)$$

と表わされ、これを計算すると

$$F(x) = 2x(n\alpha - x) \quad (5)$$

となる。但し放射状の中心 O については別に考えて

$$F(O) = n(n-1)\alpha^2 \quad (6)$$

が得られる。図2のネットワークについて中心 O を揃えてこれを図示すると図4のようになる。これを見るとネットワーク C が距離も短く移動量も少ないように見える。しかしが中心 O を通過する移動量を計算するとが式(5)より A, B, C それぞれが $32a^2, 48a^2, 56a^2$ となり、放射状の中心における移動量をどうさばくかが重要な問題であることがわかる。

4. 放射状パターンと格子状パターンの比較

図3で示されたいくつかの放射状パターンについて比較してきたが、異なるパターンについても比較が可

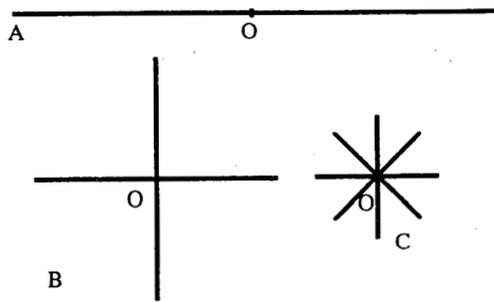


図2 長さが等しい3つの放射状パターン

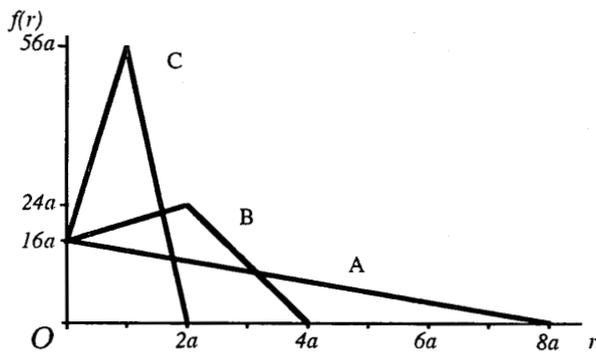


図3 3つの距離分布

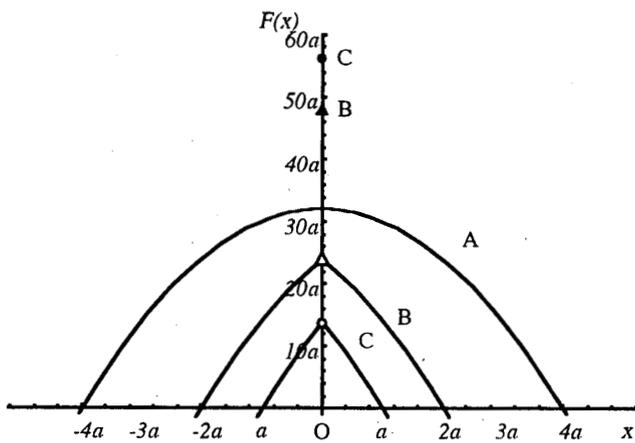


図4 移動量分布

能であり、紙面の都合から放射状パターンと格子状パターンを距離分布で比較しよう。双方の総延長を同じにするために図5の放射状パターンRについては式(1)において $n = 11, \alpha = 3b$ とおく。一方格子状Gについては図5のように長さ $6b$ の線分6本からなるものとし、このGについての距離分布は文献[1]より

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

$$\begin{aligned} b < r \leq 2b \text{ のとき } f(r) &= 12(r + 10b), \\ 2b < r \leq 3b \text{ のとき } f(r) &= 4(29r - 22b), \\ 3b < r \leq 4b \text{ のとき } f(r) &= 4(r + 62b), \\ 4b < r \leq 5b \text{ のとき } f(r) &= 20(r + 6b), \\ 5b < r \leq 6b \text{ のとき } f(r) &= 20(26b - 3r), \\ 6b < r \leq 8b \text{ のとき } f(r) &= 16(26b - 3r), \\ 8b < r < 10b \text{ のとき } f(r) &= 16(10b - r) \end{aligned} \quad (7)$$

と得られている。そこで両者を比較すると図6のようになる。

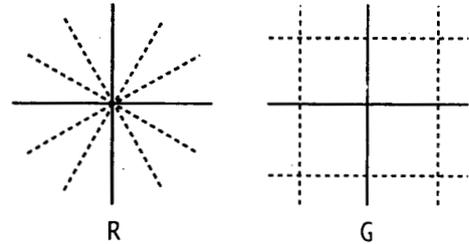


図5 放射状と格子状パターン

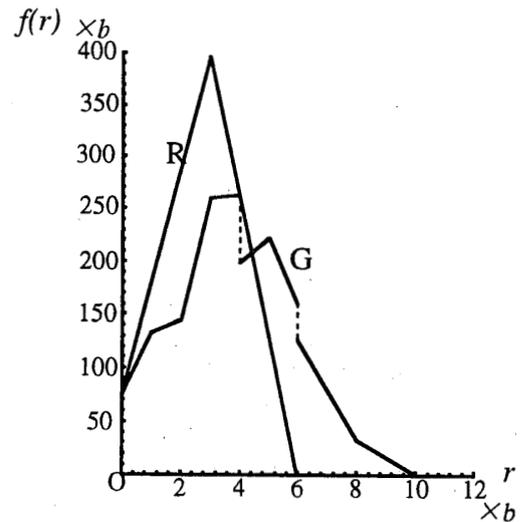


図6 距離分布の比較 (R:放射状, G:格子状)

5. おわりに

紙面の都合もあり前章では距離分布の比較しかできなかった。移動量分布についても比較可能であり両者の違いがはっきりする。またさらに放射状に環状線を入れたり、より現実的なネットワークについても計算可能だが別な機会に譲ることとする。

参考文献

- [1] 腰塚武志(1997): 移動距離からみた放射状パターンと格子状パターンの比較. 日本都市計画学会学術研究論文集 (投稿中).
- [2] 腰塚武志(1997): 移動からみた超高層ビルの分析. 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集, pp.4-5.
- [3] 腰塚武志(1992): 都市域の流動に関する理論的考察. 日本都市計画学会学術研究論文集 27号, pp.343-348.