

距離分布に関する分析の建築設計・評価への応用

02004500
 01107680

慶應義塾大学
 慶應義塾大学

*安西 大輔 ANZAI Daisuke
 栗田 治 KURITA Osamu

1. はじめに

現在、既存の建築物にはデザインや構造など様々な観点を考慮して作られたものが多い。しかし、人々の移動の便利さという観点に立って考えると、その入口やエレベータの配置の適切性に疑問が生じる。そこで、本研究では人の移動の便利さの指標として建築物の入口から建築物内への距離分布を取り上げる。距離分布のグラフを描くことによって入口・エレベータの位置を定量的、客観的に分析・評価することが可能となる。

2. 問題の設定

横×縦が $a \times b (a \geq b)$ の平面をもつ n 階建ての直方体の建築物を考える。

さて、建築物に入っていく人々は、元々入口にいるわけではない。よってここでは建築物の各辺に沿って道路が走っていると、そのそれぞれの交差点にいる人々が建築物に向かうと想定しよう。(図1)つまり、建築物の四隅を人々の移動開始点とする。ここに四隅にいる人々の割合をそれぞれ $p_1 \sim p_4$ とし、次のように規準化する。

$$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1 \quad (1)$$

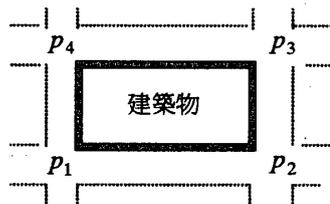


図1：建築物の四隅にいる人々の割合。

3. 入口からの距離分布

建築物内を Recti-Linear 距離で移動するものとする。ここに入口 (x_1, y_1) からの距離が r 以下である部分の面積を $F(r)$ とすると次のように表される。

$$F(r) = \iint_{|x-x_1|+|y-y_1| \leq r} dx dy \quad (2)$$

$F(r)$ を r で微分すると入口からの距離分布 $f(r)$ が得られる。

4. 入口が1つの場合

本稿では1階の取り扱いの部分だけを説明する。さらにそのうち入口が1つと2つの場合について取り上げる。まず、入口が1つの場合であるが、例として、図2の位置に入口がある場合、四隅のうち p_1 の部分にいる人々の入口からの距離分布を考えよう。

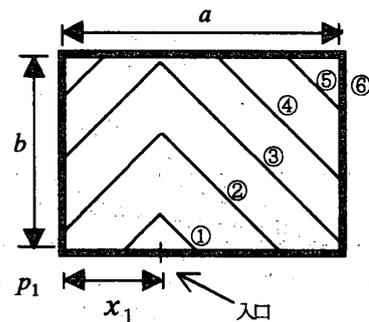


図2：入口1つときの距離分布 $f(r)$ の変化。

移動距離 r について、次の①～⑥(図2の①～⑥に対応)の場合分けて記述できる。($x_1 \leq a - x_1 \leq b$ とする)

① $x_1 \leq r \leq 2x_1$ のとき

$$F(r) = r^2$$

$$f(r) = 2r$$

② $2x_1 \leq r \leq a$ のとき

$$F(r) = \frac{1}{2}r^2 + \frac{1}{2}(2r - 3x_1)x_1$$

$$f(r) = r + x_1$$

③ $a \leq r \leq b + x_1$ のとき

$$F(r) = \frac{1}{2}(2r - 3x_1)x_1 + \frac{1}{2}(2r - a - x_1)(a - x_1)$$

$$f(r) = a$$

④ $b + x_1 \leq r \leq b + 2x_1$ のとき

$$F(r) = ab - \frac{1}{2}(b + 2x_1 - r)^2 - \frac{1}{2}(a + b - r)^2$$

$$f(r) = a + 2b + 2x_1 - 2r$$

⑤ $b + 2x_1 \leq r \leq a + b$ のとき

$$F(r) = ab - \frac{1}{2}(a + b - r)^2$$

$$f(r) = a + b - r$$

⑥ $a + b \leq r$ のとき

$$F(r) = ab$$

$$f(r) = 0$$

$p_2 \sim p_4$ の部分に集まる人々についても同様な扱いで距離分布を求め、それぞれを足しあわせれば入口からの距離分布が得られる。

さらに他の建築物の形状、入口の位置についても同様の方法で距離分布を導出できる。

5. 入口が2つの場合

入口が2つの場合、建築物内の行き先の位置を把握している場合には行き先へ最短距離で行ける入口を選択する。一方、行き先の位置を把握していない場合は現在いる場所から近くにあるほうの入口を選択することが考えられる。この二つの場合によって描かれる距離分布は当然異なってくる。

5.1. 行き先へ最短距離で行ける入口を選択する場合

四隅にいる人々それぞれについて、選択する入口を分けるポロノイ図が建築物内に描ける。例えば入口が建築物の向かい合う長辺に1つずつあるような場合、 p_1 部分にいる人々に関しては図3のような選択する入口を分けるポロノイ図が描ける。図3に基づいて、それぞれの入口について4節で扱った方法で距離分布を求めることができる。この場合はプログラミングにより距離分布を算出した。

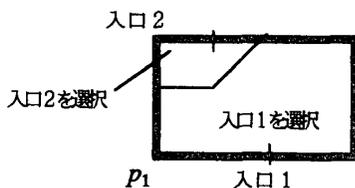


図3：選択する入口を分けるポロノイ図。

5.2. 現在いる場所から近くにあるほうの入口を選択する場合

四隅に集まる人々はそれぞれ2つの入口のうち、現在いる場所から近くにあるほうの入口を選ぶ。例えば、図4のように建築物の長辺と短辺に1つずつ入口があるときの入口の選択の仕方は次の通りになる。

● $x_1 \leq y_1$ のとき

p_1 の部分にいる人々、 p_2 の部分にいる人々

→ 入口1を選択

p_3 の部分にいる人々、 p_4 の部分にいる人々

→ 入口2を選択

● $y_1 < x_1$ のとき

p_2 の部分にいる人々、 p_3 の部分にいる人々

→ 入口1を選択

p_1 の部分にいる人々、 p_4 の部分にいる人々

→ 入口2を選択

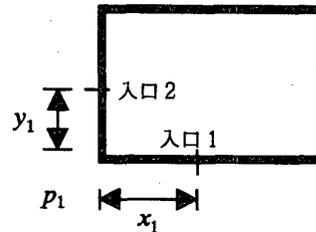


図4：長辺と短辺に1つずつ入口があるとき。

どこに入口があっても四隅のうち二隅ごと別の入口に割り当てられることになる。選択する入口が決定した後は4節で扱った方法と同様に距離分布を求めることができる。また、この場合もプログラミングを使って距離分布を算出した。

6. 具体例

距離分布のグラフの具体例として、慶應義塾大学理工学部図書館を図5に掲載する。

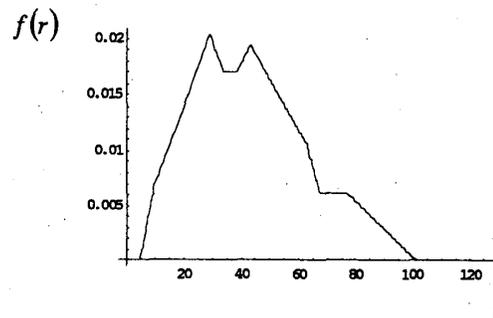


図5：慶應義塾大学理工学部図書館の距離分布。

7. おわりに

2階以上を考慮した場合、1階の入口の数がもっと多い場合なども同様な手法で解くことができる。さらに緊急時に建築物内の人々を外部に避難させる場合の距離分布も描くことができたが、本稿では割愛する。

8. 参考文献

[1] 腰塚 武志 (1996)：建物内の移動距離からみた低層建築と高層建築との比較，第31回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.31-36.