

格子状道路網における迂回距離分布

02602330 筑波大学 *宮川雅至 MIYAGAWA Masashi
 01102840 筑波大学 腰塚武志 KOSHIZUKA Takeshi
 01009480 筑波大学 大澤義明 OHSAWA Yoshiaki

1 はじめに

地震等の自然災害は交通機能を長期的に低下させる。また、日常的にも交通事故や道路工事による道路閉塞がたびたび発生し、渋滞や迂回等で利用者に負担を強いる。したがって、道路閉塞による損失を軽減し得る頑健な道路網に関する研究が必要である。本研究では、格子状道路網における閉鎖箇所と迂回距離との関係を理論的に導出する。

2 迂回距離分布

移動の起終点は1辺の長さが a である格子状道路網上で一様に分布すると仮定する。道路網上で1箇所が通行不能となったとき、迂回を強いられる移動は図1~9の9パターンに必ず属す。1)~4)は閉鎖箇所が存在するリンクに移動の起終点がともない場合、5)~9)はリンク上に移動の起終点がある場合に対応する。1)の場合、迂回が生じるのは $s+t \leq a$ のときであり、迂回距離は $Y_1 = 2(a-s-t)$ となる。迂回距離 Y_1 が y 以下である移動量 $F_1(y)$ は $Y_1 \leq y \Leftrightarrow t \geq -s+a-y/2$ より、図中斜線部の面積として

$$F_1(y) = \frac{y}{2} \left(a - \frac{y}{4} \right), \quad (0 \leq y \leq 2a) \quad (1)$$

と表現できる。他のパターンについても同様にして $F_i(y)$ が求まる。

2) $Y_2 = 2(a-s)$

$$F_2(y) = \frac{a}{2}y, \quad (0 \leq y \leq 2a) \quad (2)$$

3) $Y_3 = 2(a-s), (s \geq t), Y_3 = 2(a-t), (s < t)$

$$F_3(y) = y \left(a - \frac{y}{4} \right), \quad (0 \leq y \leq 2a) \quad (3)$$

4) $Y_4 = 2a$

$$F_4(y) = a^2, \quad (y = 2a) \quad (4)$$

5) $Y_5 = 2(s+t+a), (0 \leq u < a/2)$

$$F_5(y) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(\frac{y}{2} - a \right)^2, & (2a \leq y < 2(a+u)) \\ \frac{1}{2}u(y - 2a - u), & (2(a+u) \leq y < 2(2a-u)) \\ u(a-u) - \frac{1}{2} \left(2a - \frac{y}{2} \right)^2, & (2(2a-u) \leq y \leq 4a) \end{cases} \quad (5)$$

6) $Y_6 = 2(s-t+a)$

$$F_6(y) = \begin{cases} \frac{y^2}{8}, & (0 \leq y < 2u) \\ \frac{u}{2}(y-u), & (2u \leq y < 2a) \\ au - \frac{1}{2} \left(a+u - \frac{y}{2} \right)^2, & (2a \leq y \leq 2(a+u)) \end{cases} \quad (6)$$

7) $Y_7 = 2(s-t)$

$$F_7(y) = \frac{y}{2} \left(u - \frac{y}{4} \right), \quad (0 \leq y \leq 2u) \quad (7)$$

8) $Y_8 = 2(s+a)$

$$F_8(y) = a \left(\frac{y}{2} - a \right), \quad (2a \leq y \leq 2(a+u)) \quad (8)$$

9) $Y_9 = 2s$

$$F_9(y) = \frac{a}{2}y, \quad (0 \leq y \leq 2u) \quad (9)$$

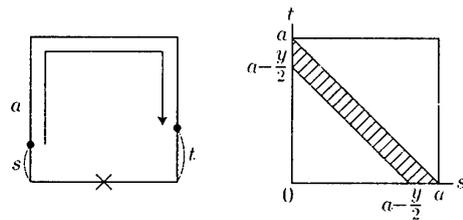


図 1: 迂回 1)

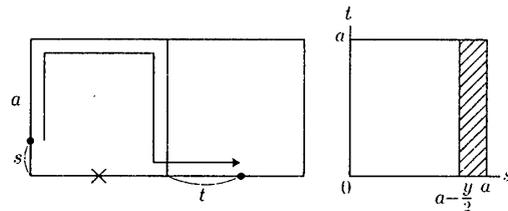


図 2: 迂回 2)

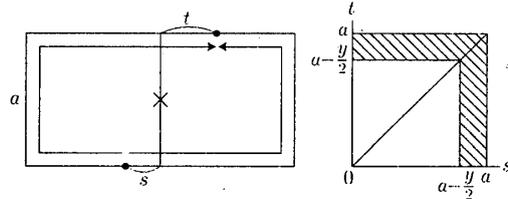


図 3: 迂回 3)

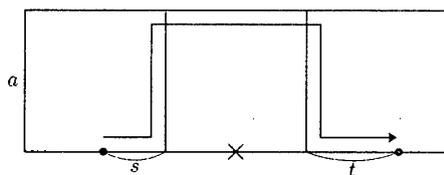


図 4: 迂回 4)

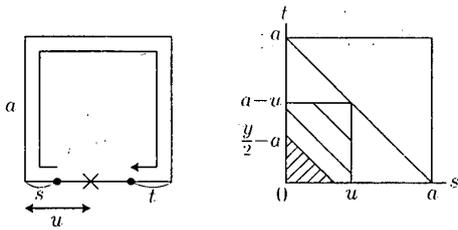


図 5: 迂回 5)

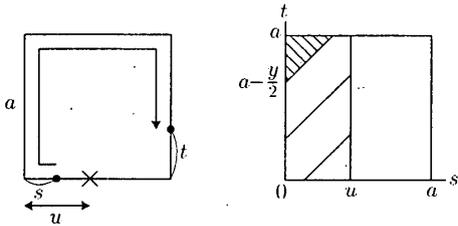


図 6: 迂回 6)

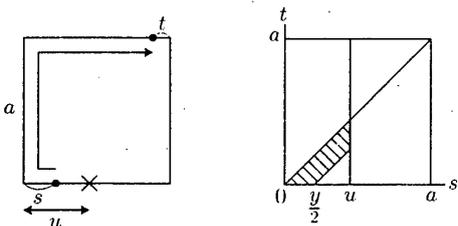


図 7: 迂回 7)

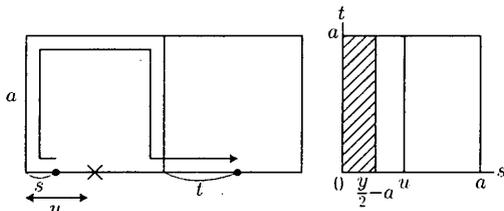


図 8: 迂回 8)

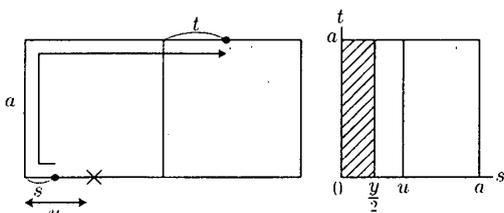


図 9: 迂回 9)

3 計算例

迂回を強られるトリップ量 Φ 、総迂回距離 Ψ は

$$\Phi = F(\infty), \quad \Psi = \int_0^\infty y \frac{dF(y)}{dy} dy. \quad (10)$$

と得られる。4×4 の格子状道路網 (図 10 左) を考える。図 11, 12 はそれぞれ道路網の中心 O から閉鎖箇所までの距離 u を変化させたときの迂回トリップ量 Φ 、総迂回距離 Ψ を表している。いずれも交差点から中心に近づくにつれて緩やかに減少し、中心から遠ざかるにつれて顕著に減少することが分かる。迂回トリップ量 Φ は $u = a/2$ の内側近傍で大きくなり、全ての

移動の 11.3% が迂回をさせられている。総迂回距離 Ψ は $u = a/2$ の外側近傍にて値が高い。注目すべきは、 $u = a/2$ 前後での大小関係が Φ と Ψ が逆になっている点であり、これは $a/2$ を超えた時点で、図 10 右のような長距離の迂回を強られる移動が増えるためである。

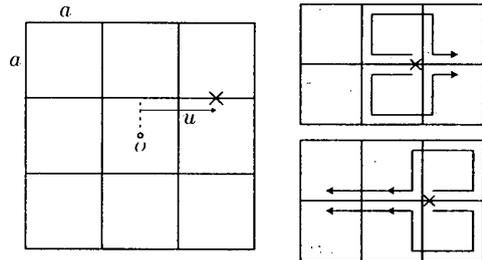


図 10: 4×4 格子状道路網

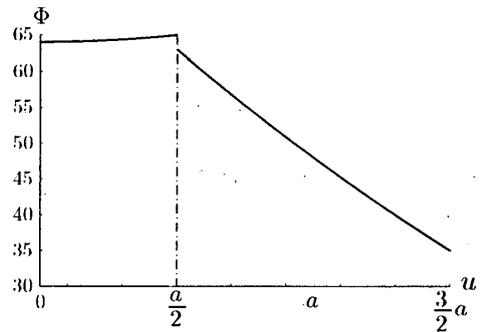


図 11: 迂回トリップ量

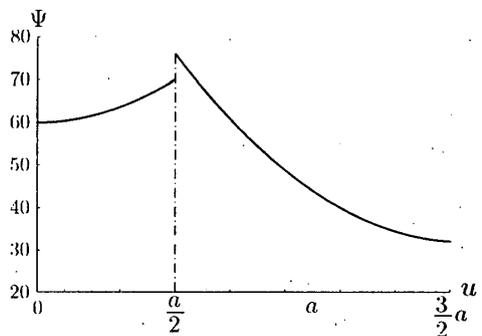


図 12: 総迂回距離

4 おわりに

格子状道路網における迂回距離分布を求め、閉鎖箇所と迂回トリップ量、総迂回距離との関係を解析的に明らかにした。

参考文献

- [1] 腰塚武志: 移動からみた放射状と格子状ネットワークの比較, 日本都市計画学会学術研究論文集, 34, pp.763-768, 1999.
- [2] 田村一軌, 腰塚武志: 道路網上の距離分布と流動量分布に関する基礎的研究, 日本都市計画学会学術研究論文集, 35, pp.1021-1026, 2000.