

横断待ち時間に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 奥山 育英
 (株)東和科学 正会員 ○小野 晴美
 大島商船高専 正会員 辻 啓介

1. はじめに

歩行者が道路を横断する際、横断時間と車のギャップを比較して、横断時間より車のギャップのほうが大きければ横断可能となり、逆に、小さければ横断不可能となり、横断可能なギャップを見つけるまで横断待ちをしなければならない。このとき、歩行者の横断時間をフェーズKのアラン分布とし、車のギャップが指数分布（フェーズ1のアラン分布）、または、フェーズLのアラン分布に従う場合の総横断時間（純横断時間と横断待ち時間の和）を、以下の方法により求める。

2. 研究の方法

$P_{ij}(t)$ を時刻 t で歩行者がフェーズ i 、車がフェーズ j にいる確率とし、 $Q(t)$ を時刻 t で横断が終了する確率とすると、微小時間 Δt における状態推移図は図1で表される。これは、 $Q(t)$ への吸収マルコフチェーンである。定常解は $Q(t) = 1$ であるから、途中時間の遷移確率を求める。ここで、 $1/\lambda$ は歩行者の横断時間、 $1/\mu$ は車のギャップの平均時間とする。

以上の仮定において、時刻 t までに横断が終了する確率 $Q(t)$ を数値計算により得ることができる。ただし、この計算においては、 $Q(t)$ を 0.999 までしか算出してない。また、 $Q(t)$ より平均総横断時間 m 、確率密度関数 $w(t)$ を求めることにより、総横断時間の分散 σ^2 を得ることができる。

$Q(t)$ と $w(t)$ の間には

$$Q'(t) = w(t)$$

の関係が成り立つ。すなわち、

$$w(t) = \{Q(t + \Delta t) - Q(t)\} / \Delta t$$

となる。

よって、以下の式より平均及び分散を求める。

$$m = \int_0^{\infty} \{1 - Q(t)\} dt$$

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} (t - m)^2 w(t) dt$$

3. 算定結果

$\lambda = 1$ 、 $\mu = 1$ 、 $L = 1$ の場合、それぞれの K における $Q(t)$ を図2に示す。また、 $\lambda = 1$ 、 $\mu = 1$ 、 $L = 3$ の場合、 K の変化における総横断時間の平均および分散を図3、図4に示す。

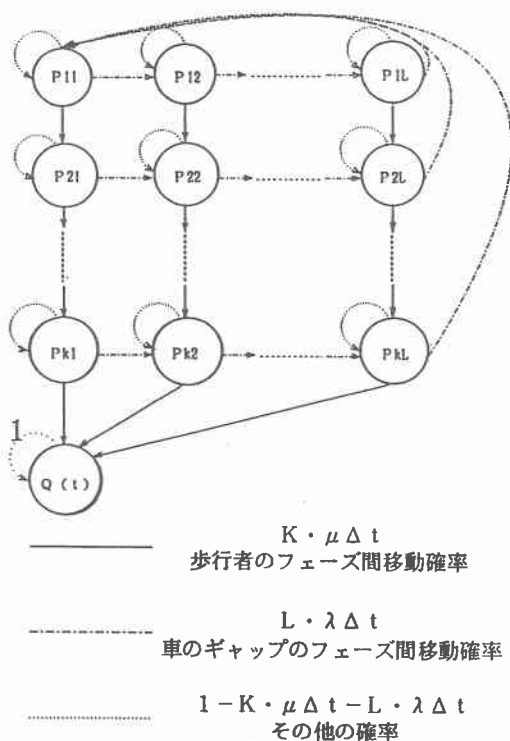


図1 微小時間 Δt における状態推移図

4. 結果の考察

図3、図4より λ が大きくなる（交通量が増加する）と歩行者は横断が難しくなる。これは、図5に示すように、 K が大きくなると横断時間分布が幅広いため、車のギャップが小さくても横断できる確率が高くなるが、 K が大きくなれば分布幅が狭くなり、横断時間を確保できるギャップが出現しにくくなるためである。逆に $K=1$ （指数分布）の場合、短い横断時間の出現が容易であることが明かである。すなわち、平均値入がいかにか小さくても、横断可能な横断時間の出現が期待できることになる。

5. 研究のまとめ

本研究では、数値計算によりある時刻 t において横断が終了する確率 $Q(t)$ を求めた。これにより、総横断時間の平均および分散を求めることができる。今後の課題としては、総横断時間を純横断時間と横断待ち時間に分離することである。純横断時間と横断待ち時間は、理論式によって求められるが、歩行者の横断時間および車のギャップがそれぞれフェーズ K ($K \geq 2$)、フェーズ L ($L \geq 2$) のアーラン分布のときには、容易に解けない。この解決により難解なアーラン分布の理論式を解かずに、総横断時間より純横断時間と横断待ち時間が得ることができる。

【参考文献】

- (1) 奥山育英：独立な判断のもとでの行動結果に関する研究，土木計画学研究・講演集 No. 15，pp. 111～pp. 116，1992.
- (2) 奥山育英・今市将人：仮想的ギャップアクセプタンスモデルに関する研究，第43回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集，pp. 418～pp. 419，1991.
- (3) 奥山育英・山内譲：ギャップアクセプタンスに関する一考察，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，第4部，pp. 594～pp. 595，1992.

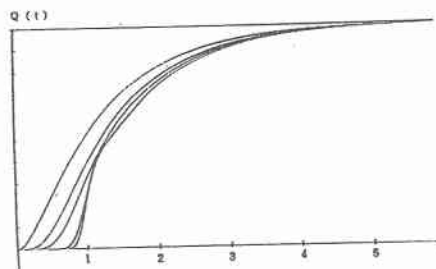


図2 時刻 t において横断が終了する確率

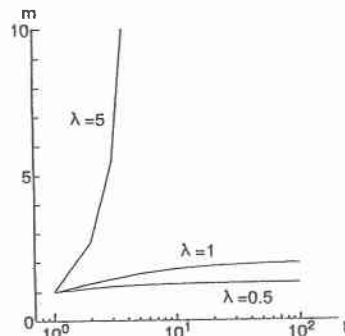


図3 車のフェーズが3の平均総横断時間

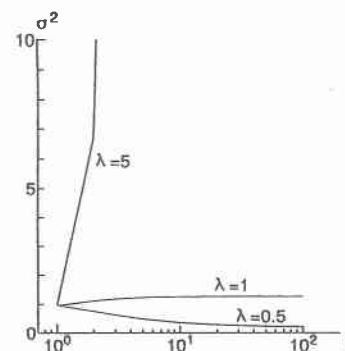


図4 車のフェーズが3の総横断時間の分散

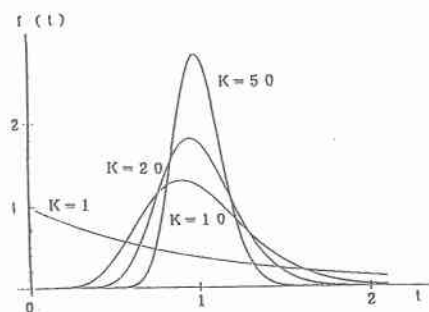


図5 アーラン分布の確率密度関数