

## 青時間使用率を用いた信号制御アルゴリズムの考案

愛媛大学大学院 学生会員 ○高田啓介 愛媛大学 正会員 吉井稔雄  
愛媛大学 正会員 坪田隆宏 愛媛大学 正会員 倉内慎也 愛媛大学 非会員 堀口睦美

### 1. はじめに

現在、日本における交通信号機の本数は20万基を超えている。<sup>1)</sup> 交通信号機の設置とともに信号制御も様々な方式で整備されており、中でもリアルタイムで交通需要の変化に対応できる制御として、交通感応制御が実用化されている。しかし、交通感応制御では多数の車両感知器の設置が必要であり、車両感知器は設置やメンテナンスに多大なコストを要するため、制御レベルを維持しつつ、感知器に頼らない信号制御方式の実現が求められている。<sup>2)</sup> また、近年では情報技術の発達により、プローブデータを用いて交通状況を把握することが可能となってきた。このような背景を踏まえ、本研究ではプローブデータから得られる旅行時間（以下“プローブ旅行時間”）を用いて、最尤推定法により、各現示の青時間使用率を推定し、同推定結果を用いて各現示のスプリットを変更する信号制御アルゴリズムを考案する。

### 2. 青時間使用率

交差点に流入する各アプローチにおいて、通行権が与えられた時間に停止線を通過しうる車両台数に対する実際の捌け台数の割合をもって“青時間使用率”と定義する（式(1)）。同一の現示で通行権が与えられているアプローチが複数ある場合、各アプローチの青時間使用率のうち最大のものを現示の青時間使用率とする（式(2)）。

$$P_{ij} = \frac{Q}{S_{ij} \times G_i} \quad (1) \quad P_i = \max(P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in}) \quad (2)$$

$P_{ij}$  : 現示  $i$ , アプローチ  $j$  の青時間使用率[-]

$Q$  : 捌け交通量[台/サイクル]

$S_{ij}$  : 現示  $i$ , アプローチ  $j$  の飽和交通流率[台/青1時間]

$G_i$  : 現示  $i$  の有効青時間[時間]

$n$  : 現示で通行権が与えられているアプローチ数[個]

### 3. 最尤推定法による青時間使用率の推定

青時間使用率の推定には、プローブ旅行時間を用いた最尤推定法を用いる。事前に計測した対象アプローチの飽和交通流率と自由流旅行時間を用いて、現行のサイクル長、青時間の下で一樣到着を想定し、青時間使用率が0.7の場合と0.9の場合の旅行時間の分布を作成する。ここで、0.7と0.9は各アプローチで設定するパラメータであり、青時間使用率0.7は非飽和でスプリット減少の余地がある状況を代表、0.9は近飽和でスプリット減少の余地がない状況を代表するものである。作成した旅行時間分布のイメージ図を図1に示す。作成した旅行時間の分布から、各青時間使用率の尤度を計算し（式(3)）、尤度が最大となる青時間使用率を推定の青時間使用率とする。

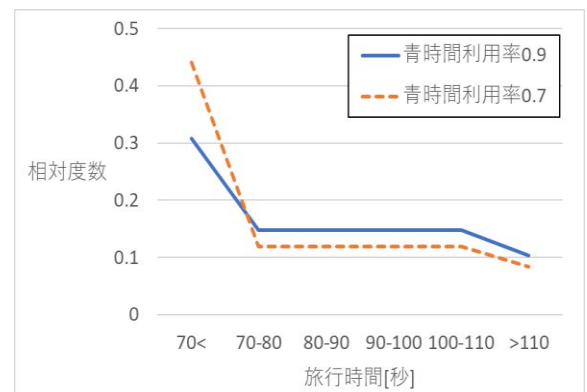


図1 旅行時間の分布  
(イメージ図)

$$L(P = X) = \prod_{t=1}^m r_t \quad (3)$$

$X$  : 青時間使用率[-]

$m$  : プローブ台数[台]

$r_t$  : 一樣到着を想定した場合におけるプローブ  $t$  の旅行時間（区間）の割合[-]

#### 4. 信号制御アルゴリズム

信号制御は、1 サイクルごとに以下の手順で行う。1)~5)については各アプローチで行う。

- 1) 現サイクルのサイクル長、青時間を取得する。
- 2) 現サイクルのプローブ旅行時間を取得する。
- 3) 2)で取得した中に、遅れ時間が1 サイクル以上のプローブ（プローブ旅行時間が自由流旅行時間+サイクル長以上であるもの）が2 台以上ある場合、対象アプローチを「過飽和」と推定する。（「過飽和」と推定した場合はここで推定終了）
- 4) 事前に計測した飽和交通流率と自由流旅行時間において、1)のサイクル長、青時間で一樣到着を想定し、青時間使用率が0.7の場合と0.9の場合の旅行時間の分布を作成する。
- 5) 4)で作成した旅行時間の分布からプローブ旅行時間を用いて、最尤推定法より「青時間使用率0.7」か「青時間使用率0.9」の推定を行う。
- 6) 各現示で通行権が与えられているアプローチが複数ある場合は現示の交通状況を以下のように推定する。
  - ・「過飽和」と推定したアプローチが1つでもある場合は「過飽和」
  - ・「過飽和」と推定したアプローチが1つもない場合は、各アプローチで推定した青時間使用率のうち最大のもの
- 7) 各現示の交通状況から次のサイクルの青時間配分を決定する。（現示が2つの場合の青時間配分の例を表1に示す。）

表1 現示が2つの場合の信号制御

|                    | 現示2が「過飽和」と推定  | 現示2が「青時間使用率0.9」と推定 | 現示2が「青時間使用率0.7」と推定 |
|--------------------|---------------|--------------------|--------------------|
| 現示1が「過飽和」と推定       | —             | —                  | 現示1の青時間割合を増やす      |
| 現示1が「青時間使用率0.9」と推定 | —             | —                  | 現示1の青時間割合を増やす      |
| 現示1が「青時間使用率0.7」と推定 | 現示2の青時間割合を増やす | 現示2の青時間割合を増やす      | サイクル長を短縮する         |

#### 5. おわりに

本研究では、最尤推定法により、各現示の青時間使用率を推定し、同推定結果を用いて各現示のスプリットを変更する信号制御アルゴリズムを考案した。今後は交差点調査より得られたアプローチの実際の青時間使用率を用いて、最尤推定法により算出した青時間使用率の推定精度を検証するとともに、交通シミュレーション実験により、本研究の信号制御アルゴリズムの有効性検証を行う。学会での発表では青時間使用率の推定精度についても発表する。

#### 参考文献

- 1) 平川雄一郎，“信号制御見直しに関する施策と推進状況について”，月刊交通，10月号，p.6-14，2013年10月。
- 2) 吉岡利也，“プローブカーデータを用いた信号制御パラメータ算出手法”，生産研究，74巻1号 p.115-122，2022年