

# 期待混雑度を用いた交通信号の最適化

## Optimization of Traffic Signals by using Expected Traffic Congestion

江澤 広泰<sup>†</sup>  
Hiroyasu Ezawa

向 直人<sup>‡</sup>  
Naoto Mukai

### 1. はじめに

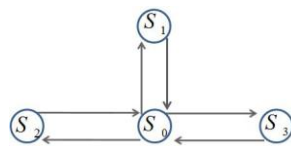
近年、自動車保有者の増加に伴い、交通渋滞が深刻な問題となっている。本稿では、信号待ちによる交通渋滞を緩和するために、交通信号制御の最適化に注目する。現在の主な信号制御法は、パターン選択であり、リアルタイムに適応することは難しい。そこで、車両の経路情報を共有することで、信号間の協調動作を制御し、交通流をリアルタイムに最適化するシステムを提案する。

### 2. 期待混雑度

期待混雑度は将来の混雑度を表す指標[1]であり、以下の手順で算出される。(1)各車両は定期的に自身の予定経路情報をサーバに送信する。(2)各車両の経路情報から、リンクの通過重み  $PW$  を算出する。図 1 に示すように、通過重みは、リンクの通過順をリンク数で除した値である。(3)通過重みを用いて、リンクの期待混雑度  $EC$  を算出する。図 1 に示すように、期待混雑度は、リンクの通過重みの総和である。

	$S_0 \rightarrow S_1$	$S_1 \rightarrow S_2$	$S_2 \rightarrow S_3$
車両1	2/2	1/2	
車両2	3/3	2/3	1/3
EC	2	7/6	1/3

図1 通過重み



各信号は交差点に流入するリンクの期待混雑度を基に制御パラメータを決定する。図2では、信号  $S_0$  の管理対象となるリンクは  $S_1 \rightarrow S_0$ 、 $S_2 \rightarrow S_0$ 、 $S_3 \rightarrow S_0$  である。また、管理対象リンクにおいて、信号表示を同期させるリンクの組を同期グループとする。

### 3. 信号制御の最適化

期待混雑度の高い信号のサイクル長、スプリットを制御する。また、同時に、オフセットによる信号間の協調を導入し、交通全体の信号待ち時間の減少を試みる。

#### 3.1 信号制御パラメータ

サイクル長：各信号で各表示(青、赤)が一巡するのに要する時間。

スプリット：1サイクル中に、各表示に割り当てられる時間(サイクル長に対する比)。

オフセット：信号間でのサイクル開始時間のずれ。

協調動作要求信号を基準に計算される。

#### 3.2 サイクル長・スプリットの制御 (C-S 制御)

各信号はサイクルの終了時に、サイクル長・スプリットを更新する。各信号の管理対象リンクの期待混雑度の平均を算出し、最大通過可能車両数より大きい場合はサイクル長を増やし、小さい場合はサイクル長を減らす。また、同期グループにおいて、期待混雑度の合計を算出し、グループ間の差が一定値以上の場合、値の小さいグループの青時間を減少させ、減少分を大きいグループの青時間に加算する。

#### 3.2. オフセットの制御 (O 制御)

<sup>†</sup> 東京理科大学大学院 工学研究科 電気工学専攻

<sup>‡</sup> 東京理科大学 工学部第一部 電気工学科

各信号はサイクルの終了時に、期待混雑度がリンクの車両許容量を超える場合には、隣接信号に対し協調動作を要求する。ここで、信号の現サイクルが一巡する時刻を  $C_1$  (要求信号側)、 $C_2$  (応答信号側)、信号間の距離を  $D$ 、信号間の平均速度を  $V$  とする。このとき、信号間のオフセット  $O$  は以下の式で算出する。

$$O = C_1 - C_2 + D/V \quad (2)$$

対象信号は、サイクル長をオフセットの値だけ増減させ、その後、スプリットを要求信号の値に同期する。

### 4. シミュレーション

#### 4.1. 信号モデル

固定制御、C-S 制御(青時間)、C-S 制御(待ち台数)、C-S 制御(期待混雑度)、C-S+O 制御(期待混雑度)を比較する。

#### 4.2. シミュレーション環境

皇居周辺における約 5km 四方の主要幹線道路に、車両を流入させ、一定車両数が目的地に到着するまでの車両の平均信号待ち時間を比較した。また、目的地をランダムに設定する一様分布と、一部経路に車両が集中する偏向分布を比較した。

#### 4.3. シミュレーション結果

図 3 は各信号モデルにおける車両の平均信号待ち時間を示している。提案する C-S 制御(期待混雑度)は、従来の制御法と比べ、待ち時間が改善されていることがわかる。また、偏向分布では、O 制御と C-S 制御を組み合わせることで、待ち時間が改善しており、特定の経路が混雑するような環境では有効であることが分かる。一方、一様分布では、O 制御と C-S 制御の組み合わせは、C-S 制御と同等程度の結果しか得ることができなかった。これは O 制御が優先されるため、サイクル長、スプリットが更新されなくなってしまうからである。

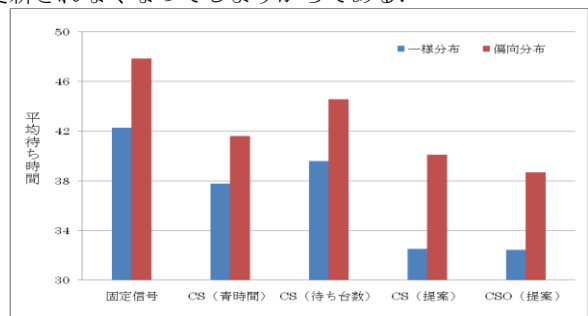


図 3 各信号モデルの平均待ち時間

### 5. 結論

本研究では、車両の経路情報から将来的な混雑度を予測することで、リアルタイムな交通状況を反映する信号制御手法を提案した。またシミュレーションでは、提案手法が待ち時間を改善し、交通流の最適化に効果があることを明らかにした。

### 参考文献

[1] 山下ら：交通流の円滑化に向けた協調カーナビの提案、情報処理学会論文誌、49 巻、1 号、177-187 頁、2008