

広域道路網を対象としたマルチエージェント信号制御

杉山 雅人[†] 小野田 烈[‡] 狩野 均[‡]
 筑波大学 情報科学類[†] 筑波大学大学院 システム情報工学科[‡]

1. はじめに

広域道路網を対象とした、マルチエージェントシステムによる交通信号制御手法を提案する。本手法はエージェントが自律的に信号機パラメータを制御し、エージェント同士が互いに協調することで交通渋滞の緩和を図る。

以下では、実際の地図データと感知器交通量データに基づいたネットワークを用いて本手法を評価し、結果について述べる。

2. 研究分野の概要

2.1 信号機制御

交通信号制御は、現示と制御パラメータの決定によって行われる(図 1)。現示とは、1つの交差点においてある一組の交通流に対して同時に与えられている通行権のことをいう。制御パラメータは現示を切り替えるタイミングを決定する。制御パラメータは、サイクル長(信号表示が一巡する時間)、スプリット(各現示に割り当てられる青時間の割合)、オフセット(近隣の信号機との周期開始のずれ)の3つである。オフセットを制御する場合、協調する信号のサイクル長を同じにする必要があるなどの制限がある。

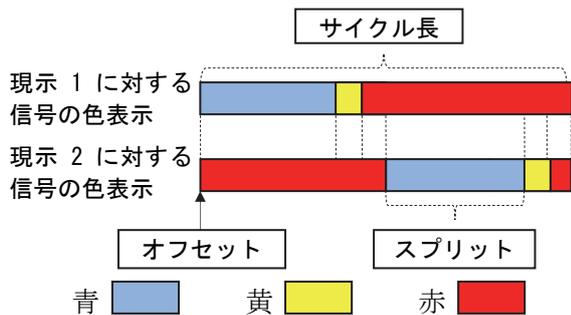


図1 信号制御パラメータ

2.2 従来手法とその問題点

従来手法には、マルチエージェントによるオフセット制御に着目した研究[1]や、位相振動子

による同期現象を用いた研究[2]などがある。これらは、対象とする道路ネットワークと交通量データは実際のものではない。そこで本研究では、実世界に適した信号制御手法を提案する。

3. 提案手法

3.1 エージェントの知覚情報

エージェントは感知器と隣接するエージェントとの通信により以下の情報を得る。

- 交差点に接続する道路から流出した車両数
- 交差点に接続する道路上の車両数
- 隣接する信号機のサイクル長と青時間

また道路上の車両数をその道路に存在し得る最大車両数で割った値を混雑度として導入する。

3.2 エージェントの行動ルール

3.2.1 オフセット制御

本手法では各エージェントが隣接エージェントにオフセット制御の提案をすることでオフセットを調節する(オフセットの値 = 0)信号機群を形成していく。この信号機群は木構造をとる。根のエージェントは周期開始時に信号機群へオフセット制御命令を出す。子のエージェントは周期開始のタイミングを親のエージェントに合わせる。

以下の手順で信号機群を形成する。

step 1: 接続道路の混雑度が閾値より大きい、または交差点間の距離が短いならば、その道路で接続する信号機にオフセット制御を提案する。

step 2: 提案された側は、その提案を受諾してもオフセット制御の経路がループしないならば提案を受諾する。また、提案を受諾することで根ノードまでの高さが小さくなるならば、親との接続を解除し、提案を受諾する。

step 3: 提案する側・される側がオフセット制御をしていないならば、提案する側が親となる。一方がオフセット制御をしているならば、オフセット制御をしているほうが親となる。提案する側とされる側が異なる信号機群に属しているならば、サイクル長が大きいほうを親とする。

step 4: 接続道路の混雑度が閾値より小さいならば、その道路で接続する信号機とのオフセット接続を解除する。

Traffic Signal Control using Multi-Agent System in Wide-Area Road Network

[†]Masato Sugiyama [‡]Isao Onoda [‡]Hitoshi Kanoh

[†]College of Information Sciences, University of Tsukuba

[‡]Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

step 5 : 根までの距離が短いほうを親、長いほうを子とする。

3.2.2 サイクル長 C の決定

以下の手順でサイクル長 C を決定する。

```

 $C = \alpha \times \sum x_p;$ 
if ( オフセット制御をしている ) {
     $C' = 0;$ 
    for ( 接続道路  $i$  )
         $C' +=$  隣接する信号機のサイクル長
             $\times (i$  の混雑度  $jam_i / \sum_i jam_i)$ ;
     $C = \beta \times C + (1 - \beta) \times C';$ 
    オフセットグループの  $C$  の平均をオフセ
    ットグループ共通のサイクル長とする; }
ただし、 $x_p$  は現示  $p$  で通行権をもつ道路上の車
両数の最大値、 $\alpha \cdot \beta$  は係数である。
    
```

3.2.3 スプリットの決定

以下の手順で現示 p のスプリット g_p を決定する。

```

 $s_p = x_p / \sum_p x_p;$ 
 $t_p = y_p / \sum_p y_p;$ 
for ( 接続道路  $i$  )  $w_p += z_{pi} \times jam_i;$ 
 $w_p /=$  現示  $p$  で通行権をもつ道路数;
 $u_p = w_p / \sum_p w_p;$ 
 $g_p = \gamma \times s_p + \sigma \times t_p + (1 - \gamma - \sigma) \times u_p;$ 
ただし、 $y_p$  は現示  $p$  で通行権をもつ道路から流
出した車両数の最大値、 $z_{pi}$  は  $i$  で隣接する信号機
の現示  $p$  の青時間、 $\gamma \cdot \sigma$  は係数である。
    
```

4. 評価実験

本手法の有効性を確認するため、交通シミュレータ[3]を用いて評価実験を行った。実験対象とした地図(箱崎周辺地域)を図2に示す。感知器交通量データは2003年6月17日(火)のものを使用した。図3は時間帯ごとの交通信号制御の結果である。横軸は時間帯、縦軸は全車両の平均速度である。地図上の車両台数は時間帯によって異なるが、11,000~14,000台であった。実験を行う時間帯は3:00~4:00、6:00~7:00、10:00~11:00、18:00~19:00とした。比較対象は国道などの主要道を含む現示の青時間が20秒、それ以外の現示の青時間が15秒の定周期制御とした。また、提案手法のオフセット制御をしないもの(提案手法A)とするもの(提案手法B)も比較した。

図3よりどの時間帯においても定周期制御より提案手法A、提案手法Bともに平均速度が高く、また提案手法Aより提案手法Bのほうが平均速度が高いという結果が得られた。

5. おわりに

マルチエージェント信号制御方式におけるエージェントの行動ルールを提案し、実際の地図データと感知器交通量データを用いてその有効性を評価した。

今後は他の日付や地域についても実験を行い、本手法の有効性を確認する予定である。

6. 参考文献

- [1] 白井他:マルチエージェントモデルによる信号機オフセット制御法の提案,人工知能学会論文誌26巻2号 SP-D, pp. 324-329, 2011.
- [2] 西川:振動同期を用いた交通信号制御法について,システム/制御/情報, Vol. 52, No. 5, pp. 163-168, 2008.
- [3] 村木他:感知器交通量データに基づく信号制御エージェントモデルの研究(第1報:交通流シミュレータの評価),情報処理学会 数理モデル化と問題解決研究会, MPS67BIO11-49, pp. 223-226, 2007.

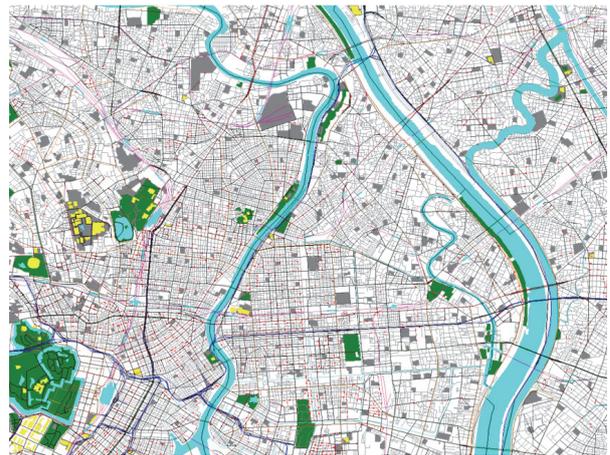


図2 実験対象とした地図(箱崎周辺地域)

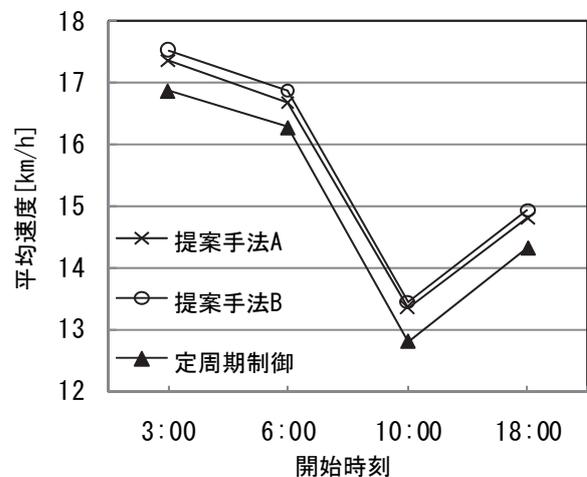


図3 各時間帯における実験結果