

## 信号情報を取得した車両が交差点通過挙動に与える影響

名城大学 学生会員 ○西尾 和也  
名城大学 正会員 松本 幸正

### 1. はじめに

ITS の進展にともない、ドライバーは道路情報を取得することができるだけでなく、信号情報も取得することが可能となりつつある。信号情報を取得したドライバーは、運転挙動を変化させると考えられる<sup>1)</sup>が、この変化は個々のドライバーによって異なると思われる。個々の車両にドライバーの特性を持たす方法の1つとして、マルチエージェントシステムを使うことが考えられる。佐川ら<sup>2)</sup>は、マルチエージェントシステムを用いて、最適経路の情報をドライバーに提供し、ドライバーの走行時間が減少したことを明らかにした。しかし、信号情報の取得による車両挙動変化の影響は明らかにされていない。

そこで本研究では、マルチエージェントシステムを用いて、信号情報を取得した際の車両挙動が交差点通過に与える影響を明らかにする。

### 2. シミュレーションモデルの構築

個々の車両にドライバーの特性を持たすことができるマルチエージェントシステムを用いて、シミュレーションを構築する。

#### 2.1 マルチエージェントシステムの概要

マルチエージェントシステムとは、複数のエージェントから構成され、各エージェントは自分が置かれている環境状態を認識し、行動を決定するシステムである。エージェントの行動ルールの実装方法として強化学習が用いられることが多く、本研究でも、強化学習の中のQ学習を用いる。Q学習では、その時々々の環境状態の下で、行動を選択する価値を学習しながら行動を決定していく方法である。

#### 2.2 Q学習の概要

エージェントの学習概念を図-1に示す。エージェントはステップ  $t$  における環境状態  $s_t \in S$  ( $S$ は取り得る状態の集合)を受け取り、その環境状態に対する行動  $a_t \in A(s_t)$ を決定する。エージェントの行動  $a_t$ により環境は  $s_{t+1} \in S$ に移り変わり、その結果として報酬  $r_{t+1} \in R$  ( $R$ は全報酬の集合)を得る。エー

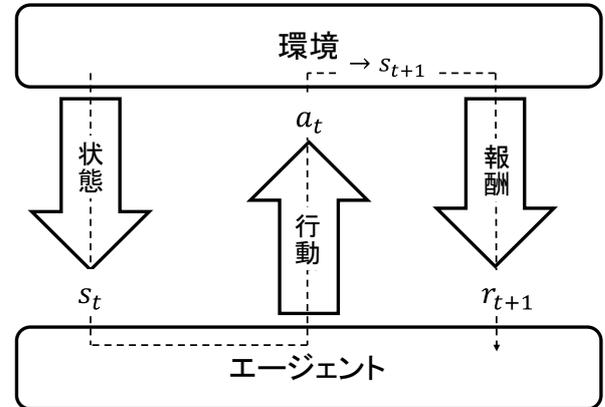


図-1 エージェントの学習概念

ントは、報酬が最も多く得られることを目的として行動を決定する。

#### 2.3 ドライバーの行動モデルの提案

信号状態によって、信号機からの距離約300m手前より車両挙動に変化が生じていることが明らかになっている<sup>3)</sup>ことから、本研究でもドライバーが信号機からの距離300mに到着後、環境状態を認識することにする。エージェントをドライバーとみなし、以下のように行動するとする。

- 1) 信号機からの距離300m地点に到着と同時に環境状態を認識し始める。
- 2) 認識した環境から、加速か減速かを  $\epsilon$ -greedy 手法に従い選択する。
- 3) 選択行動に対するQ値を更新する。
- 4) 信号機を通り過ぎるまで(1)~(3)を繰り返し行う。

個々のエージェントが環境状態として認識する情報は、「信号の状態」、「信号までの距離」、「自車の速度」の3つである。

Q値の更新式は以下のようである。

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha [r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t)] \cdots (1)$$

ここで、 $\alpha$ はステップ  $t$  から  $t+1$  までの変化値、 $\gamma$ は報酬の割合率を表している。

### 3. ドライバー行動シミュレーション

ドライバーの加減速行動を記述し、車両挙動の変化による交通流への影響を信号情報がある場合とない場合の2種類のシミュレーションを実行することで比較する。本シミュレーションでは、artiso4.0を用いた。

#### 3.1シミュレーション概要

シミュレーションは、片側1車線の長さ600mから700mの道路が4本直角に交差する信号交差点を対象とした。ドライバーの加速度は $1\text{m/s}^2$ 、減速度は $1\text{m/s}^2$ 、初速を時速30km、最高速度を時速50kmとした。車両は、右左折することなく直進のみとした。1ステップは、実時間の1秒に相当させ、10,000秒までシミュレーションを実行した。流入量は、 $1/10$ [台/秒]と設定した。信号機は、青信号を30秒、赤信号を40秒とし、黄色信号は便宜のため赤信号に含めた。車両は道路の末端から発生させ、逆の端に到着した時点で消滅させる。この時、その車両の走行が完了したとみなす。

Q値の更新式で用いる $\alpha$ を0.1、 $\gamma$ を0.9とした。

#### 3.2シミュレーションの結果

図-2は、10,000秒の走行後の全方向での累計停止車両数を情報の有無ごとに示している。この図から、信号情報を取得しなかった場合は2,325台、一方、信号情報を取得した場合は2,269台となり、情報提供の取得により赤信号での停止車両数が減少したことが確認できる。

図-3は、停止車両1台当たりの、平均停止時間を情報の有無ごとに示している。この図から、信号情報を取得できなかった場合の赤信号での平均停止時間は約32秒、信号情報を取得した場合の赤信号での平均停止時間は約20秒であることがわかる。信号機の情報取得することにより、約12秒の停止時間の短縮があったことがわかる。

図4は、10,000秒の間での累計走行完了台数を情報の有無ごとに示している。この図から、走行完了台数に変化がなかったことがわかる。これは、交差点が1つのため停止車両数や停止時間の影響をあまり受けなかったためだと思われる。

### 4. おわりに

本研究では、信号情報を取得した場合におけるド

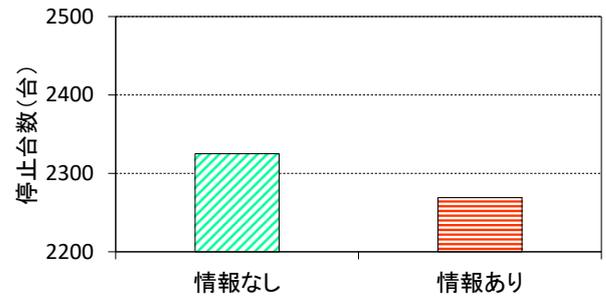


図-2 停止車両数

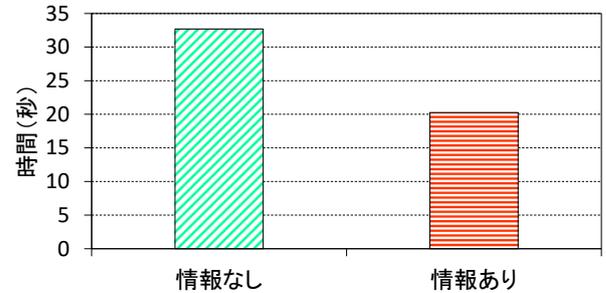


図-3 平均停止時間

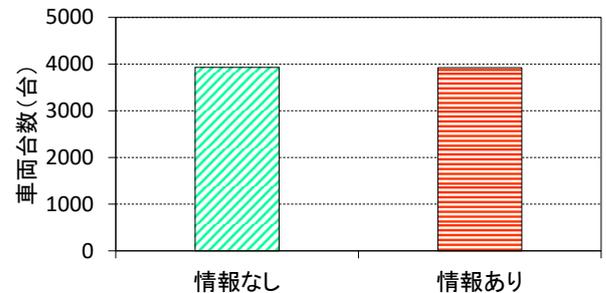


図-4 走行完了台数

ライバー個々の車両挙動を表現するためにマルチエージェントシステムを用いてシミュレーションを行った。その結果、停止車両数や赤信号での停止時間を減らすことができることを確認でき、信号情報の提供は交差点通過に良い影響をもたらす可能性があることがわかった。

しかしながら、本シミュレーションは、交差点が1つで直進のみを対象としていたため、複数交差点や右左折を含めた運転挙動を記述する必要がある。また、信号サイクルを一定としていたため、信号制御モデルと自動車が相互に情報を受け取ることにしても検討していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 中山達貴・中村俊之・宇野伸宏・山崎浩気・山村啓一：ドライビングシミュレータを利用した赤信号切り替わり情報提供時の車両挙動分析，土木学会論文集 D3, Vol.71, No.5, I\_865, 2015
- 2) 佐川大介・佐川雄二・杉江昇：ドライバーの行動決定モデルに基づく交通流シミュレーションに関する研究，電気学論文誌 C, Vol.124, No.3, pp.877-882, 2004
- 3) 宮田健治・吉井稔雄：信号切り替り時における車両加減速挙動の分析，土木計画学研究発表会・講演集, No.24, pp.329-330, 2001