

## 2次元セルオートマトンによる交通流シミュレーターの構築

## Construction of Simulation of Traffic Flow by Two-dimensional Cellular Automaton

中村 圭佑 †

三上 貞芳 ††

(公立はこだて未来大学院)

(公立はこだて未来大学)

† Keisuke NAKAMURA, Graduate School of Systems Information Sciences, Future University – Hakodate

†† Sadayoshi MIKAMI, Future University – Hakodate

## 1. はじめに

交通渋滞は大きな社会問題のひとつとなり、経済損失や環境に対する負荷などの問題が指摘されている。このため交通渋滞の解決方法として様々な取り組みが行われている。

このような交通問題を扱うとき、実際の交通道路上で実験・検証を行うことは現実的に困難である。そのため交通シミュレーターを用いることが多く、交通シミュレーターに関する研究も盛んに行われている。交通シミュレーターの交通流モデルには、流体モデル、追従モデル、セルオートマトン(CA)モデルなどがある。本稿では2次元CAの交通流モデルと交差点をエージェントとした交通シミュレーターについて示す。

## 2. セルオートマトン法

セルオートマトン(CA)法では空間をセル状の格子が連続して並んだものとする。各セルは状態量を持ち、近傍のセルとの相互作用により状態量変化させる。CAの利点は、簡単なセル間の局所的相互作用から複雑な現象を再現できることや微積分などの演算が不要であり、計算コストが低いことなどが挙げられる。交通流にCAを適用した単純なものにWelframのrule-184モデルがある。

次に、今回作成したCAモデルについて説明する。作成したものは3つの特徴を持っている。

- (a) Nagel-Schreckenberg(NS)モデル
- (b) 制動距離
- (c) スロースタートモデル

設定：

- ・1ステップ(離散時間)で加減速度=1.
- ・U(制限速度)=5.
- ・1セル=2.5m
- ・2セル=車1台

(a)NSモデル

rule-184を発展させ1992年にK.NagelとM.Schreckenbergが発表したモデルであり、更新ルールは以下のようになっている。

1.  $V[i] \rightarrow V[i] = \min(U, V[i]+1).$
2. If  $(X[i]+V[i] \geq X[i+1])$  then  
 $V[i] \rightarrow V[i] = X[i+1]-X[i]-1.$
3.  $V[i] \rightarrow V[i] = \max(0, V[i]-1)$   
with probability R.
4.  $X[i] \rightarrow X[i] = X[i]+V[i].$

(b) 制動距離

ブレーキを踏んでから実際に車が停止するまでの制動距離D (brake distance) .

1ステップ(離散時間)で減速度を1なので

$$D = v(v-1) \div 2$$

で制動距離を求めることができる。前方の車と距離は常に制動距離をとる。

(c) スロースタートモデル

1度停止した車は、次ステップで1度動けなくなるというルールを追加する。

## 3. 交差点モデル

一般道における、交通渋滞の多くは信号交差点を原因として発生している。そのため、交通信号制御は交通渋滞解決への重要な課題の1つとなっている。その方法としてマルチエージェントモデルを適用した交通信号制御が提案されている。これは交差点などをエージェントとみなし、個々の自律的な制御とその相互作用によって交通制御を行う方法であり、従来の集中制御に比べ管理負荷やコストのなどで優れた点を持つ。

図1は交差点の構成モデルである。1つの交差点

は1つのノードと4つの流入リンク(道路)、2対の信号機を持つ。流出リンクは含まない。4つの流入リンクではその道路上の車の状態を取得することができる。

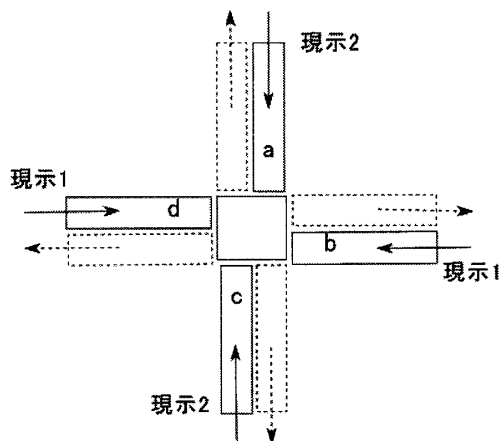


図1 交差点モデル(2現示4枝)

交差点エージェントは各流入リンクから知覚し、信号機を通して行動をとることができる。これらの交差点エージェントを隣接して接続することで、マルチエージェントモデルを用いた交通シミュレーターを設計できる。

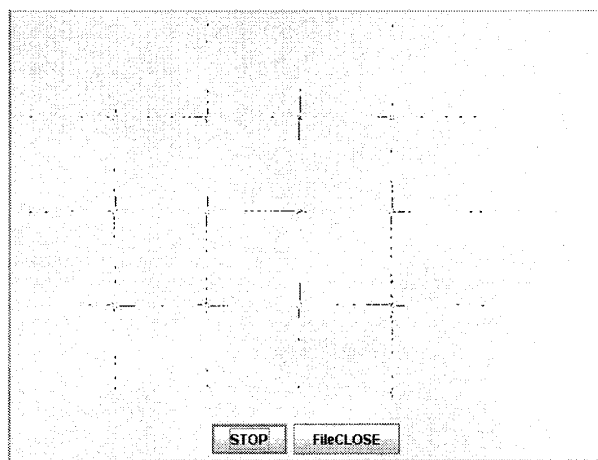


図2 シミュレーター画面

図2はシミュレーター上の画面である。小さな黒い点1つが車であり、黒いラインは渋滞列である。

#### 4. 強化学習を用いた信号制御への応用

マルチエージェントモデルを用いた自律分散的な信号制御は中央制御型よりも適したシステムを提供することが可能と考えられているが、交通問題のような複雑な問題には人の手による設計が困難である。そこで強化学習のような自律的

な学習が自律分散型の信号制御に応用できると考えられる。

#### 5. おわりに

今回、交通問題を扱うために必要な交通シミュレーターを2次元CAモデルで作成した。また、NSモデル、制動距離、スロースタートモデルを用い、単純なCAによる交通モデルよりも現実的な交通流を示した。また、交差点をエージェントとする、マルチエージェントモデルによる交通シミュレーションが可能となった。今後は交通信号制御に強化学習を適用し、自律分散型の交通信号制御を行う予定である。

#### 文献

- [1]飯田恭敬, 北村隆一, 竹生修己, 交通工学, オーム社, 2008.
- [2]上銘賢憲, “セルオートマトンを用いた2次元都市交通流に関する研究”, 北海道大学工学部情報工学科, 卒業論文, 2005.
- [3]水野一徳, 山田雅一, 福井幸男, 西原清一, “マルチエージェントによる都市交通流の微視的シミュレーション”, 芸術科学学会論文誌, vol. 5, No. 2, pp. 23-32
- [4]山本直史, 森下信, “セルラオートマトンによる交通流のモデル化とその制御”, 日本機械学会論文集(C編), Vol. 65, No. 637, pp. 3553 - 3558 (1999).
- [5] 参沢将他, “強化学習型マルチエージェントによる交通信号制御”, 電子情報通信学会論文誌, 2000.
- [6] 梅本陽司, 大下奉文, 小薄洋平, 宮崎道雄, 李義頡, “セルオートマトンを用いた交差点交通流量のモデル化と交通信号のQ学習”, 電気学会電子・情報・システム部門大会, 2008.
- [7] (社)交通工学研究会, 交通渋滞徹底解剖, 丸善, 2005.
- [8] 西成活裕, 渋滞学, 株式会社新潮社, 2006.