

歩車混合空間における交通流シミュレーションモデルの開発

東北大学大学院情報科学研究科 学生員 長野俊平

東北大学大学院情報科学研究科 正会員 武山 泰

東北大学大学院情報科学研究科 フェロー 稲村 肇

1. はじめに

現在、道路整備は進んではいるが、それでも完全に歩車を分離することは難しい。また、災害等非常時には歩車が入り乱れ、避難することが予測される。本研究は、このような時に生じる自動車の速度低下や交通量の変化を解析するための歩車混合交通流シミュレーションを開発することを目的とする。

2. 歩車混合交通流シミュレーションモデルの開発

(1) セルオートマトン法によるモデル化

本シミュレーションモデルは、歩行者の挙動は自由度が高く歩車混合交通の厳密な理論モデルが確立できないこと、将来的にネットワークレベルに拡張すること等を考慮し、セルオートマトン(CA)法¹⁾によって歩車混合交通流を再現した。CA法は少ないパラメータとセル間の規則性のみで成り立つので単純なモデルで実現象を表現できる。また自動車の歩行者回避挙動を再現するために車線内の自動車走行位置をモデルに取り入れた。

シミュレーションモデルには、入力条件として道路幅員、歩行者と自動車それぞれの発生交通量を与える。

シミュレーションは歩行者、自動車の順で進める。なお、シミュレーションの対象となる歩車混合区間長は50[m]、時間間隔は0.4[sec]、解析時間は15[min]=900[sec]とした。またセルオートマトン法を適用するために対象区間を歩行者については0.4[m]×0.4[m]のセルに、自動車については0.4[m]×1.2[m]のセルに分割し、各セルに対して歩行者、自動車、いずれも存在しない、の3つの状態を定義した。

(2) 歩行者の挙動

歩行位置は道路の片側のみで、何も制約がなければ道路の端から2セル=0.8[m]の位置(希望歩行位置)を歩行する。歩行者は自動車と平行して、もしくは自動車に対向して進む。歩行速度は1[m/s]とした。なお歩行者は指数分布に従って区間の両端から同じ割合で発生させる。

個々の歩行者は、i)発生端から他方の端へ向かって進む、ii)希望歩行位置をできる限り歩行する、という2点を考慮した上で現時刻と次時刻の周辺セルの状態を調べ、歩車いずれも存在しない状態のセルに移動させる。歩行者セルについて図1に示す。

歩行者に対して、向かってくる自動車もしくはせまってくる自動車が影響範囲にいる場合、iii)歩行位置を自動車から離れるようにとる、という規則を優先した上でセル状態を調べ、歩車いずれもないセルに移動する。

(3) 自動車の走行

自動車走行モデルは、進行方向についてはNagel, Schreckenberg²⁾によるモデルを改良したものを用いる。走行位置は何も制約がないときは車線内中央、速度は0から4(v_{max})の5段階($1=10.8[\text{km/h}]$)をとる。自動車の発生はシフト型指数分布に従う。自動車セルについて図2に示す。

自動車は前方のセルの状態を調べ、i)加速：速度が v_{max} より小さく、前車との距離充分、ii)減速：前車との距離が不充分、iii)速度維持：i, iiいずれにも該当しない、という3つの規則に従って走行する。

歩行者が自動車の走行に影響を与える位置にいる場合、前方のセル状態を調べた時に歩行者のセルがあった場合には、以下の規則が加わる。iv)歩行者との距離が充分であれば1減速。

歩行者との距離が不充分な場合、v)歩行者との最低側方余裕を取る、vi)できる限り速度を維持する。現速度で可能な限りシフ

キーワード：セルオートマトン法、交通流シミュレーション、歩車混合交通流

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06 TEL 022-217-7507 FAX 022-217-7505

トし、そのときの側方余裕を調べ、側方余裕がない時には減速させてまたシフトする。これを繰り返して次時刻の速度、シフト量を決定する。なお、歩行者との側方余裕は高宮ら³⁾の提案に従い、速度に対するシフト量は道路構造令⁴⁾の速度と最小曲線長の関係からそれぞれ制約を加えた。

(4) シミュレーションからのアウトプット

歩車の挙動をグラフィック表示するとともに、歩行者、自動車それぞれの影響を示す統計指標として、歩車混合空間における自動車の平均速度と交通量を計測した。

3. 歩行者が自動車交通に及ぼす影響の評価

平均速度は図3に示すように、歩行者交通量200[人/10分]で22, 3[km/h]に落ち着き、更に歩行者交通量が増加すると最終的には速度が0まで下がる。幅員が大きいほど速度低下は緩やかである。

平均交通量は図4に示すように、歩行者交通量300[人/10分]を超えたあたりから発生交通量を捌けなくなり、1000~1500[人/10分]になるとほとんど交通量は0になり、自動車交通は停滞する。これはグラフィック出力からも明らかであった。図4は幅員4.0[m]の時のものだが、幅員を変えてもほぼ同様の結果が得られた。

4. 結論

本研究でセルオートマトン法を用いて基礎的な歩車混合交通流が再現できた。非常に単純なモデルなのでネットワークに拡張することも可能である。また、大規模ネットワークの中のサブモデルとして、歩行者と自動車が混在するリンクのリンクパフォーマンスを与える1つのツールにもなる。今後は実測によるパラメータ検証を行う必要がある。

参考文献

- 1)加藤恭義, 光成友孝, 築山洋:セルオートマトン法—複雑系の自己組織化と超並列処理—, 森北出版, 1998.
- 2)Kai Nagel, Michael Schreckenberg: A cellular automaton model for freeway traffic, JOURNAL DE PHYSIQUE I, 1992.
- 3)高宮進, 石倉丈士:歩行者の恐怖感に基づく路肩幅員, 中央帯幅員の検討, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, 1996.
- 4)道路構造令の解説と運用, 日本道路協会, 1983.

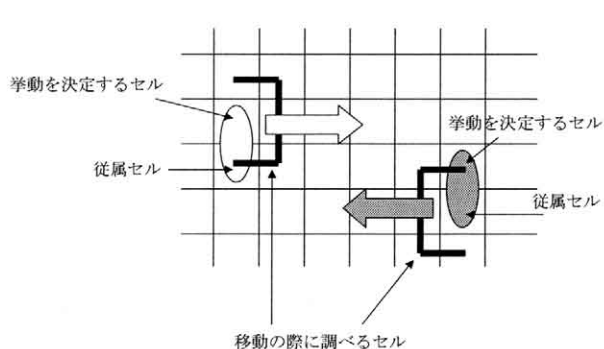


図1: 歩行者モデル

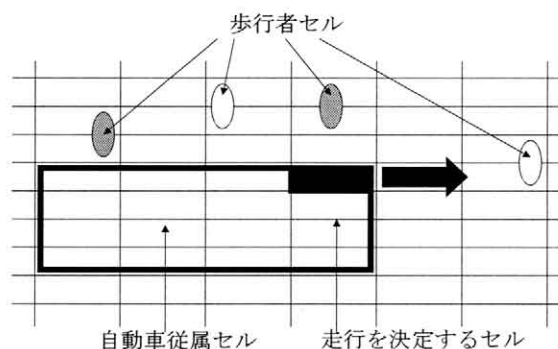


図2: 自動車モデル

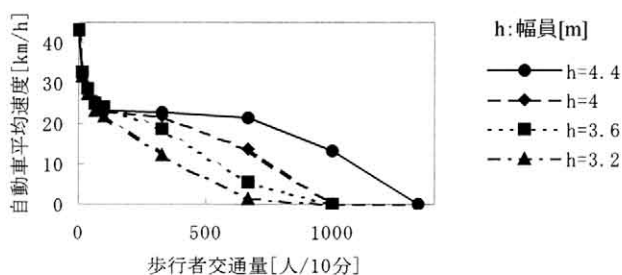


図3: 歩行者交通量と平均速度の関係

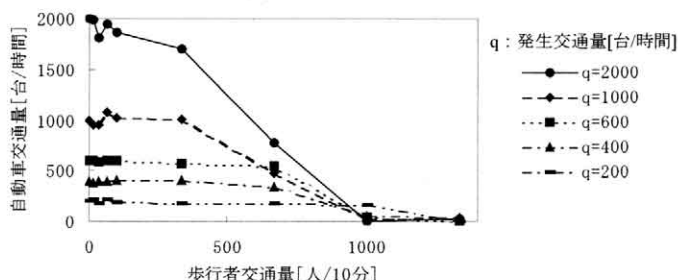


図4: 歩行者交通量と自動車交通量の関係(幅員4.0[m])