

あらまし:本研究では、まず渋滞が発生している交差点で車の動きや歩行者の動きを調査する。次に調査結果を反映したマルチエージェントモデルで交差点をモデル化し、自動車交通流のシミュレーションを行う。最後に渋滞緩和策を検討する。

キーワード: マルチエージェントモデル, 渋滞

1 はじめに

国道134号線, 特に江ノ島から鎌倉方面は片側一車線ということもあり, 毎週末になると慢性的に渋滞が発生している。そこで本研究では現地調査を行い, マルチエージェントモデルを用いて渋滞のボトルネック箇所をモデル化し, シミュレーションを行う。そして渋滞緩和策を検討する。

2 現地調査

2.1 対象地域の選定

Google Maps の道路交通状況から渋滞のボトルネック箇所を七里ガ浜の行合橋交差点と想定し, 現地調査を行う。

2.2 現地調査の概要

2.2.1 行合橋交差点の概要

行合橋交差点は, 東から西に直進車線と右折車線, 西から東に左折・直進車線, 北から南に左折・右折車線で構成された丁字路である。横断歩道は東西方向, 丁字の東側に南北方向にL字型に設置されている。また, 東にはコンビニ, 南にはカフェが併設された大きな駐車場, 西には美容院や飲食店などの路面店が隣接している。さらに, この交差点の北西方向には江ノ島電鉄線の七里ガ浜駅があるため, 交差点周辺の人通りは多い。

2.2.2 計測内容

計測した内容は以下のとおりである。

1. 信号の周期
2. 各方向の自動車の累計台数と駐車場滞在時間
3. 横断歩道を渡る歩行者の人数

2.2.3 実測結果

現地調査から明らかになったことをまとめる。

- ・ 交差点の北と西の2方向から多くの人が南の駐車場に向かうことから, 東西方向の人通りが西からの左折車に影響を与えている。
- ・ コンビニの駐車場を利用する車が多く, 敷地内は混雑しやすい。そのため敷地内に入れない車が本線にはみ出し, 待ちが発生することもある。

3 マルチエージェントモデル

3.1 マルチエージェントモデルとは

複数のエージェントが一定のルールに従い, 自律的に行動することで互いに影響を与える。その影響により各エージェントの行動ルールが動的に変化していき, これを繰り返すことでエージェント集団全体の動きを表現するモデルのことをマルチエージェントモデルという。

3.2 S4 Simulation System 概要

本研究では, 株式会社NTTデータ数理システムが開発したS4(エスクワトロ) Simulation System を

用いてシミュレーションを行う。

4 シミュレーションの設定

4.1 行合橋交差点の設定

シミュレーション空間は Google Maps の地図データを背景画像として読み込み, その上にエージェントが行動する経路グラフを作成する。

4.2 信号機の設定

自動車用信号機と歩行者用信号機のサイクルは実測結果をもとに設定する。

4.3 車の設定

車の設定は以下のとおりである。

- ・ 車の大きさは全長4.1m, 全幅1.7mとし, 走行中は視野表示を扇形で色は青, 停車中は視野表示を円形で色は赤で表示する。
- ・ 渋滞が発生しやすい夏などを想定し, 速度は10km/h, 車頭間隔は5m(車間距離)+4.1m(全長)=9.1mとする。東西方向の到着間隔は3.3秒, 南方向の到着間隔は20.7秒を平均として, 指数分布に従ってランダムに到着させる。
- ・ コンビニの駐車場での駐車時間は平均503秒, 標準偏差279秒の正規分布に従い, ランダムに設定する。
- ・ 1人の歩行者が東西方向の横断歩道を渡っているときは4秒, 南北方向の横断歩道を渡っているときは5秒停車する。
- ・ 各分岐地点での分岐の割合は実測結果をもとに設定する。

4.4 歩行者の設定

歩行者の設定は以下のとおりである。

- ・ 本シミュレーションで扱うエージェントは車のみとし, 歩行者の動きについては横断歩道を渡る時のみを考慮する。
- ・ 歩行者の占有幅は0.75mとし, 横断歩道は同時に5人まで横並びで横断可能とする。
- ・ 1人の歩行者が横断歩道を渡るのに東西方向では8秒, 南北方向では10秒かかる。
- ・ 車の設定と同様に, 歩行者も多い時期を想定し, 西からの到着間隔は7秒, 東からは18秒, 南からは7秒, 北からは11秒間隔で横断歩道前に到着するものとする。

1回のシミュレーションは3,600秒とし, 30回分の赤丸地点の通過台数の平均と最小値, 最大値を比較する。

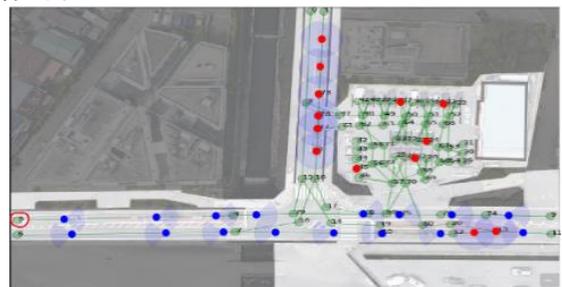


図1 ベースモデル実行時のようす

5 ベースモデルの実行結果

以上で設定した条件をベースモデルとし、シミュレーションを行った結果、平均 514.7 台、最小 491 台、最大 540 台となった。

到着間隔が 3.3 秒であることから、本来は 3,600 秒で 1,090.9 \div 3.3=1,091 台通過しなければならない。しかし、ベースモデルでは 514.7 \div 3.3=156 台しか到着できていないため、576 台が後ろに並んでいるということになる。これを渋滞の長さに換算すると、車間距離 5m、車の全長 4.1m であることから 575 \times 9.1+4.1=5,236.6m となる。これは、行合橋交差点から江ノ島入り口まで 2,400m、その先は片側 2 車線道路であることから 2,836.6 \div 2=1,418.3 \div 3.3=1,400m となり、おおよそ鶴沼公園歩道橋までの約 3,800m の渋滞となる。



図2 ベースモデルで発生した約 3,800m の渋滞 (行合橋交差点は赤線の右端)

6 渋滞緩和策の検討

6.1 東西方向の歩行者信号の青信号を 97 秒から 14 秒に短くした場合 (パターン A)

歩行者の到着間隔が変わらなるとすると、赤信号で歩行者が滞留することから、車は信号が青に切り替わって 11 秒間は必ず停止することになる。

6.2 東方向の車線に左折レーンを設置した場合 (パターン B)

東方向の車線のゼブラゾーンを無くし、直進レーンと左折レーンに分ける。

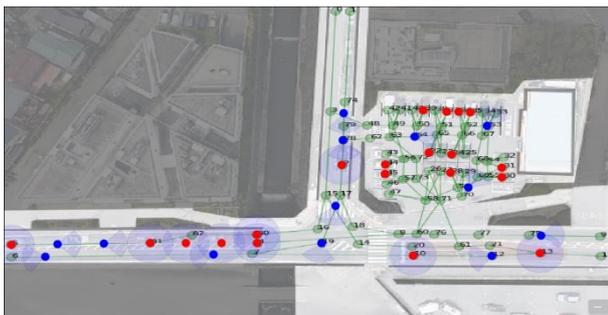


図3 左折レーンを設置した場合

6.3 歩行者信号機を無くして、地下通路を設置した場合 (パターン C)

歩行者の動きは車に全く影響を与えないものとする。

6.4 実行結果

上記パターン A から C に加えて、A かつ B をパターン D、B かつ C をパターン E として、シミュレーションしたところ、いずれの場合も平均通過台数を増やすことができた。

パターン C はベースモデルより通過台数を 8 台ほど増やすことができたが、パターン A より 1~2 台しか通過台数を増やせないため、あまり現実的な

有効策ではないだろう。

パターン B は A、C よりも 6~8 台多く、ベースモデルより 14 台ほど多く通過台数を増やすことができた。これは、左折レーンを設置したことにより、左折車が横断歩道前で停車しても、直進車が待たなくて済むようになったことが要因として考えられる。また、左折レーンに並べられるようになった分、直進レーンに進む後続車は前に詰められるようになり、交通量が増えたと推測できる。

パターン D、E が B とあまり差がないことから、左折レーンの設置が一番効果的であると判断できる。

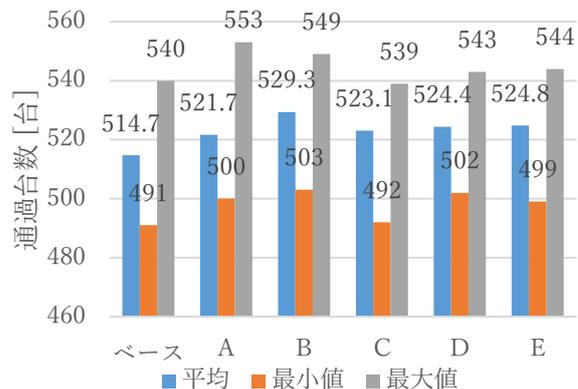


図4 計測地点 (図1の赤丸) の通過台数

7 おわりに

7.1 まとめ

本研究では、マルチエージェントモデルを用いて様々な条件でシミュレーションを行った結果、交通量を増やす方法は左折レーンを設置することが有効策であることが明らかになった。しかし、これらの策でも多くて 60 台ほど、すなわち、約 550m しか渋滞を短くすることができない。これは根本的に交通容量に対して圧倒的に車の到着率が高いことが原因である。もし、江ノ島から箱根方面の道路と同じように、鎌倉方面の道路も片側 2 車線にすることができたら交通量は 2 倍くらいになるはずである。つまり、1,000 台以上の車が通過できるようになり、3.3 秒間隔で到着しても渋滞をほぼ発生させずに済むだろう。

7.2 今後の課題

今後の課題は車だけでなく歩行者もエージェントとして設定し、より再現性の高いシミュレーションを行うことである。また、東方向だけでなく西方向の渋滞緩和策も検討したり、他の交差点などでもシミュレーションを行うことも挙げられる。

参考文献

- [1] 株式会社 NTT データ数理システム: サンプルプログラム, intersectionTraffic.s4, <<https://www.msi.co.jp/s4/casestudy/traffic.html>>
- [2] 国土交通省: 道路構造令の各規程の解説, 幅員構成に関する規定, <[kouzeirei_full.pdf](http://www.kouzeirei_full.pdf)> (mlit.go.jp)
- [3] 株式会社 NTT データ数理システム: S4 (エスクワトロ) Simulation System Version 6.0 psim 言語リファレンスマニュアル