

自動運転車両普及期の路車間通信による
 交差点進入待機時間削減手法の広域への影響評価

瀬川 篤志[†]
 Atsushi Segawa

清原 良三[†]
 Ryoza Kiyohara

1. はじめに

自動運転は安全性と交通流の改善，輸送効率性の向上などを目的とし，近年盛んに研究・開発が行われている．自動運転車両の普及期では，自動運転システムと人間の運転の混在環境が想定されるが，自動運転システムと人間のドライバーでは操作感覚の差異が生じると考えられる．その運転感覚の差異が交通流に悪影響を与える場合，自動運転車両の普及の妨げになると考えられるため，それらを考慮した運転の制御方法を検討する必要がある．我々は，プロトコルを提案してきた．

自動運転普及期における人間の運転と自動運転の違いによる交通流の影響を想定した交差点進入プロトコル[1]では安全性を第一としながら，交差点への進入機会を増やすための通信プロトコルと進入機会を得るための車間距離の調整方法が提案している．しかし，このプロトコルは局所での交通流改善手法であり，広域の交通流を考慮していないため，広域に適用した際の交通流を考慮する必要があると考える．

本論文では広域で考える場合の評価指標を定義することを目的とし，その一部を単純な方式のシミュレーションで得た結果を報告する．

2. 先行研究

先行研究で使用された道路モデルを図 1 に示す．各車両は矢印方向から交差点に向かい走行する．使用された交差点には信号機は設置されていない．よって，中央非優先道路を走る車両は交差点に進入する際に優先道路を走る車両に進入交渉をする必要がある．

進入交渉の際の通信プロトコルを図 2 に示す．交差点への進入依頼は交差点の障害物を考慮して，交差点に設置される路側通信機を介して行われる．通信プロトコルは7つのステップからなり，いずれかのステップで失敗すると最初のステップに戻る．

進入依頼を受信した優先道路の車両は，非優先道路の車両のために進入距離を確保する．提案手法は，交差点で一時停止をしないように速度を調整することで，進入距離を確保する．

図 1 の道路モデルにおける非優先道路の交差点待機時間を図 3 に示す．この実験では非優先道路を走る車両はすべて自動運転車両，優先道路を走る車両は割合を 10 パターンに分け，実験されている．また，歩行者は考慮されていない．

先行研究は自動運転車両の混在環境において優先道路を走行する自動運転車両の割合が 50%以上の時に交差点待機

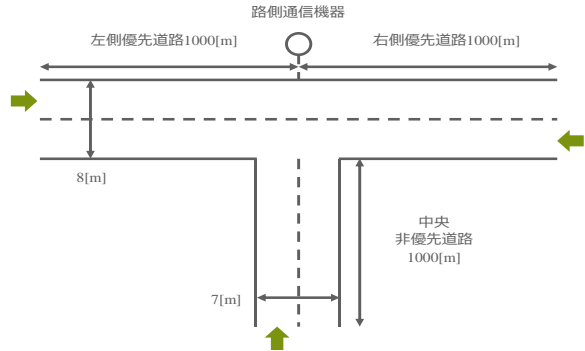


図 1 先行研究の道路モデル

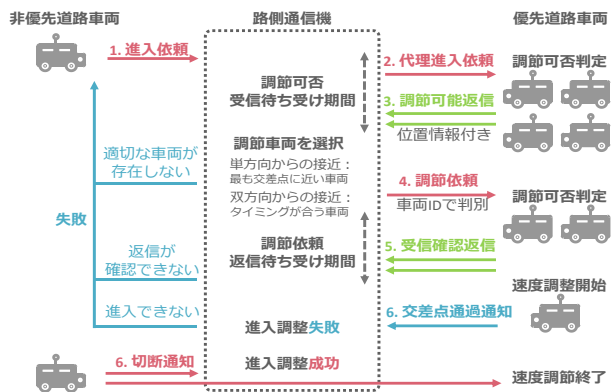


図 2 先行研究の通信プロトコル

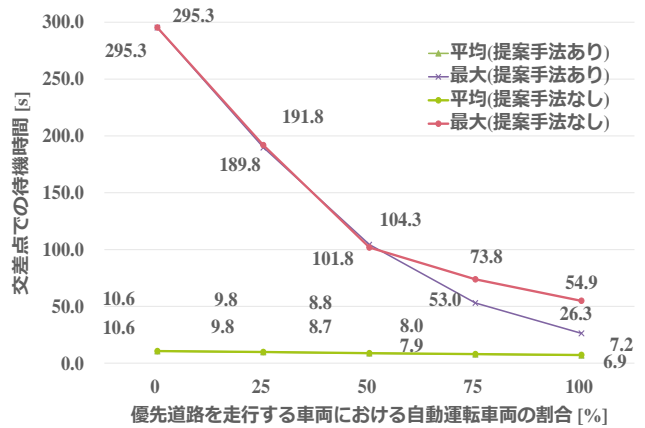


図 3 先行研究の実験結果

[†] 神奈川工科大学 Kanagawa Institute of Technology

時間を大きく削減させたことが確認されている。先行研究ではとくに自動車の動作を示す車両モデルもできる限り現実に近いモデルを選択することにより、現実に即したシミュレーションを実施し、評価指標としては渋滞長さすなわち、渋滞中の最大車両数および旅行時間の両方を測定し、非優先道路の渋滞長を減らしながらも、優先道路を走る車の旅行時間への影響がでないことを示している。

しかし、あくまで図 1 に示す道路上でのことであり、これが広域を考えた場合に十分効果のある方法であるかどうかはわからない。そこで、本論文では広域での評価手法に関して検討する。

3. 提案評価手法

本論文では、実験を行うにあたり、先行研究で使用した丁字路を複数の場所に設置した町モデルを図 4 に示す。この町モデルでは、交差点は通常の信号と考える。また、町モデルで正方形の格子状になっている部分は 1 辺 100 メートルとしている。

自動運転車両の交差点通過モデルは多数提案されている [2] が自動運転車両のみであることや、人車分離を前提にしているなど非現実的なものが多い。ここでは自動運転普及期を想定するため必ず信号に従うモデルとする。図 4 では、町への自動車の進入点を 4 か所としている。実際の広域の町ではより多いと想定できるが、まずは最初の取り組みとして単純化を優先することとする。

この場合の評価点を以下に提案する。

- (1) 外部から進入し、出ていくまでの最大および平均旅行時間
 - (2) 外部から進入し、町中と特定地点までの最大および平均旅行時間
 - (3) 内部から内部の特定地点までの最大および最小旅行時間
- (1) は遠方へ行く際に、その場所の通過を回避できるのであれば問題のない評価視点になる。すなわち、バイパスの建設などで解決する。(2) (3) は町の内部であるため、バイパスの建設などでは解決できない問題であり、重要な点となる。

4. シミュレーション試行実験

単純な方式で、シミュレーションを実施した。シミュレーション時間を 600 秒、人間 300 人、車両 300 台を用意し、4 つのビルにランダムで発生し、作成した町を通り、発生したビル以外のビルへ向かうシナリオを作成した。シミュレータはネットワークシミュレータとマルチエージェントシミュレーションが同時に行えるスペースタイムエンジニアリング社の Scenargie [3] を利用した。

また、モデルには先行研究の提案手法を取り入れるための丁字路を 8 つ設置し、その周りに信号機がある場合や信号機がない場合など、様々なパターンを想定している。

図 5 にシミュレーションを実施した際の平均旅行時間の推移を示す。

シミュレーション実験では特に目立つ渋滞などは見られなかったが、各ビルへ通じる道路の周辺で交通量が多くなる傾向が見られた。さらに交通量を増やした場合の挙動に着目する必要がある。

5. 今後の課題

本論文では広域での評価手法に関して検討・単純なシミュレーションを行ったが、今後は町モデルに設定した 8 つの丁字路に先行研究の提案手法を取り入れ、評価実験を行う。そして局所での交通流改善が広域にどのような影響を与えるかを提案評価手法で述べた 3 つの観点から評価し、広域での交通流改善を目指す。

参考文献

- [1] 古川 義人, 清原 良三, 徳永 雄一, 斎藤 正史, “手動運転車両と自動運転車両の混在環境における渋滞軽減手法”, 第 80 回全国大会講演論文集, 2018, 435-436 (2018).
- [2] Guni Sharon, Peter Stone, “A Protocol for Mixed Autonomous and Human-Operated Vehicles at Intersections,” International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, pp. 151-167, (2017)
- [3] Mineo Takai, Jay Martin, Shigeru Kaneda, Taka Maeno, “Scenargie as a Network Simulator and Beyond,” Journal of Information Processing, Vol. 27 pp. 2-9, 2019

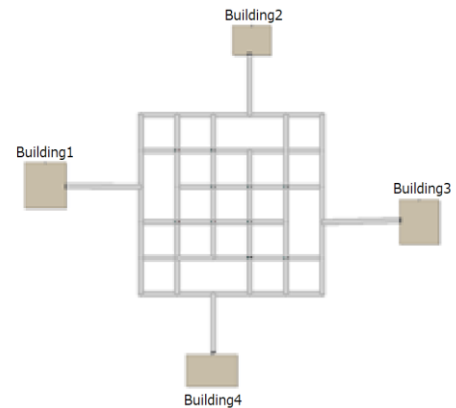


図 4 町モデル

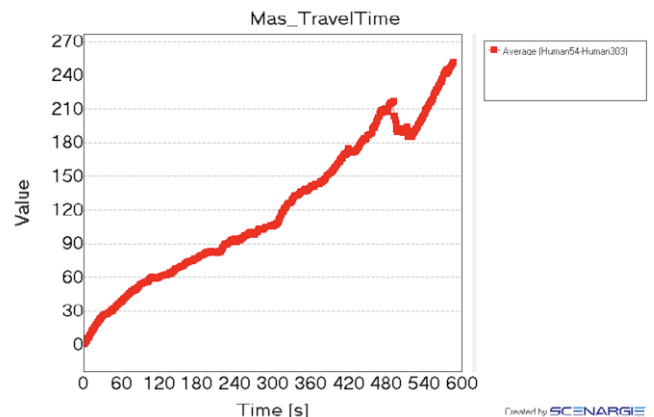


図 5 平均旅行時間の推移