

マルチエージェント技術を用いた信号を使わない複数交差点制御の提案

谷 文†

伊藤 孝行†

† 名古屋工業大学大学院情報工学専攻

1 はじめに

自動車の増加と共に，世界中で交通渋滞の問題は深刻化になっている．交通渋滞を緩和し，交通システム全体を効率化するために，交通シミュレーション，信号機管理，駐車場管理など様々な視点からの研究が行われている．

近年，人工知能に伴い自動運転が現実的になり，自動運転による交通渋滞の緩和が期待される．本研究では，信号機の代わりに，マルチエージェント技術を用いた交差点管理技術に注目し，自動運転車が複数の交差点を通過するときに，より効率的に通過できる手法を提案した．

2 関連研究

マルチエージェントシステムは人工知能の一つの研究分野であり，複数のエージェントによる複雑なシステムの構築とエージェント同士の行動を協調するメカニズムを研究目的としている [1]．マルチエージェント技術を用いた交差点管理システムは Dresner と Stone らによる提案された [2]．提案されたシステムでは車両エージェントが交差点管理エージェントに予約を取ることでより交差点を通過する．シミュレーション実験では従来の信号機管理システムと比べ，より効率的な結果を得た．

3 提案手法

3.1 単体の交差点制御

本研究では，各単体の交差点での制御を Dresner と Stone らが提案した自動化交差点管理手法で行った．一つの車両エージェントは一つの車両を代表し，車両が交差点に近づくときに交差点制御エージェントに予約の請求を送る．交差点制御エージェントは車両エージェントから送られた予約情報に基づき，予約を許可できるかどうかを判断する．予約が許可される場合は，車両が交差点に進入し，交差点を通過する．予約が拒否される場合は，車両が交差点に進入せずに，次のタイムステップで予約しなおす．

3.2 複数の交差点制御

複数の交差点を通過する必要がある車両に対し，より効率的な経路を選択させるために，経路エージェントを設置した．経路エージェントは交差点の混雑状況を把握するエージェントであり，車両が出発地から目的地まで，複数の交差点を通過する必要があるときは，経路エージェントが交差点の混雑状況に基づき，車両

により効率的な経路を選出する．交差点の混雑状況は交差点内にある車両の台数とこれから交差点を通過する車両の台数により決められる．図1に示すように，交差点1の混雑状況は青色の部分の道路にある車両台数に決められる．車両台数が多ければ多いほど混雑状況が深刻である．

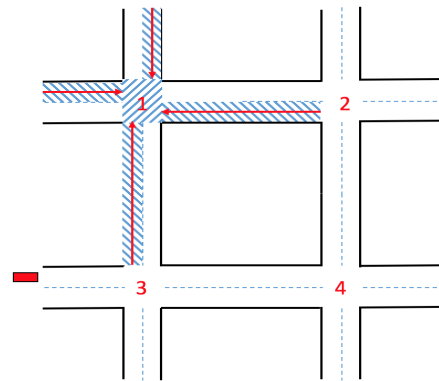


図1: 複数交差点の制御

4 シミュレーター試作

車両が交差点を通過するときの具体的な動作を確認するために，シミュレーターを試作した．シミュレーターのインターフェイスを図2で示す．車両が予約システムにより制御され，交差点を通過するシミュレーションが行われているときの状況を確認することができる．

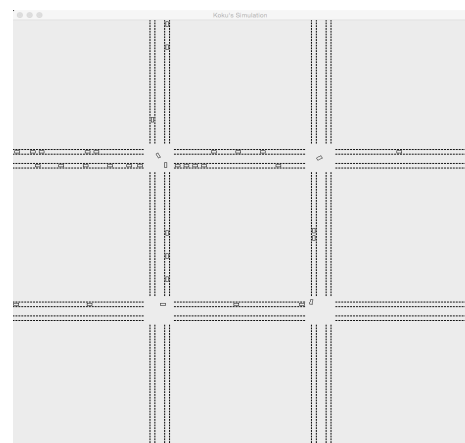


図2: シミュレーターインターフェイス

4.1 車両エージェント

車両エージェントは車両が交差点に進入しようとするとき，交差点制御エージェントに自分の情報に基づ

く予約を送信する．許可の返信を受け取った場合は，車両が交差点内の経路を計算し，交差点を通過する．拒否の返信を受け取った場合は，車両が停止し，次のタイムステップで予約しなおす．本研究では，車両の移動経路が曲線であるとき，より滑らかな経路を作成するために，ベジェ曲線を用いた [3] ．

4.2 交差点制御エージェント

車両エージェントからの予約を受け取った後，交差点制御エージェントは衝突判断を行う．具体的に，まず交差点制御エージェントは交差点を $n \times n$ のグリッドに分割する．車両エージェントから送られた情報により，車両が交差点内での移動経路を把握できるため，各タイムステップで車両がどのグリッドを占めるかを計算できる．図3のAに示すように，同じタイムステップで，車両がいる場所のグリッドが他の車両に予約されていない場合，安全だと判断し，予約を許可する．図3のBに示すように，同じタイムステップで，車両がいる場所のグリッドが既に他の車両に予約された場合，衝突と判断し，予約を拒否する．

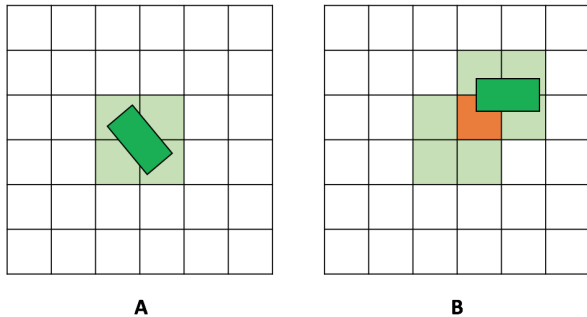


図3: 車両の衝突判断

4.3 経路エージェント

経路エージェントは交差点内にある車両の台数とこれから交差点を通過する車両の台数を把握するエージェントである．実社会では，道路上でセンターの設置により構築できる．経路エージェントは車両台数により交差点の混雑状況を把握できるため，車両に交差点の混雑状況を知らせることができる．車両が目的地まで移動するとき経路エージェントが車両により効率的な経路を選出する．

5 評価実験

車両が複数交差点を通過するとき，経路エージェントを設置することでより効率的な経路を選択できるかに関して，試作したシミュレーターで実験を行った．実験では，図4に示すように，A, B二つの経路候補を持っている車両10台を出発地から目的地まで移動させる．交差点1では，同じ時間帯で交差点を使用する車両台数を30台に設置し，交差点4では，同じ時間帯で交差点を使用する車両を設置しない．車両が出発地から目的地まで到着する次第，もう一回出発地から目的地まで移動させる．実験では，10台の車両は10回連続で

出発地から目的地まで移動する．10回の移動が終わった後，10台の車両の総移動時間を記録する．

全体的に，経路エージェントの有無により，実験を二つに分けて行った．経路エージェント無しの場合，10台の車両の中の5台が交差点1を経由し目的地まで移動する．残った5台の車両が交差点4を経由し目的地まで移動する．経路エージェント有りの場合，車両が交差点1か交差点4を経由することは経路エージェントにより決められる．実験結果では，経路エージェント無しの場合の総移動時間は62527タイムステップであり，経路エージェントありの場合の総移動時間は61991タイムステップである．経路エージェントの設置により，車両がより効率良い経路に分流され総移動時間が短くなったことがわかった．

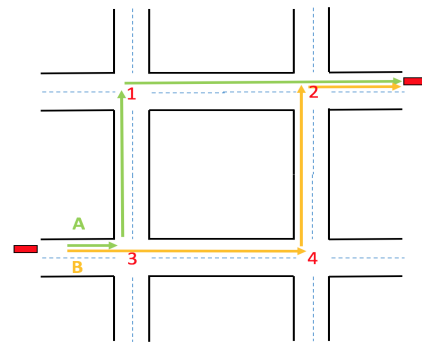


図4: 実験シナリオ

6 まとめ

本研究では，マルチエージェント技術により信号機なしで複数交差点制御の手法を提案した．提案手法では，車両が複数の交差点を経由して目的地まで移動するとき，経路エージェントが提供してくれる情報でより混雑していない交差点を選択させる制御手法を提案した．車両が移動する間の動作を確認するために，車両の移動状況を表示できるシミュレーターを試作した．試作したシミュレーターを用いて，提案した経路エージェントの有用性を検証した．経路エージェントの追加により，車両がより混雑していない交差点に分流されたことを確認した．今後の課題として，自動運転車の交通システムで，より効率的なシステムを求めるためにシステムの全体での最適化を目標とする制御手法が挙げられる．

参考文献

- [1] P. Stone and M. Veloso. Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective. *Autonomous Robots*, 8(3):345-383, July 2000.
- [2] K. Dresner and P. Stone, "A multiagent approach to autonomous intersection management," *Journal of Artificial Intelligence Research (JAIR)*, March 2008.
- [3] J. Choi and G. Elkaim, "Bezier Curve for Trajectory Guidance," *Proceedings of the WCECS 2008*, pp. 625-630, 2008.