

仮想通貨を利用した予約制マイクロロードプライシングによる 車両走行調停モデル

中田 輝[†] 生駒 大志郎[†] Babak Habibullah[†] 佐藤 健哉[‡]

[†] 同志社大学工学部情報システムデザイン学科

[‡] 同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

1 はじめに

近年、各車両が得た車両周辺の動的な情報をクラウドへと送信し、道路や建物など静的な地図情報上に重ね合わせることでダイナミックマップを構築する研究が進められており [1]、自動運転において重要な役割を果たすと期待されている。

これに加え、時間と道路上の空間をグリッドに分割し、各車両が走行予定経路、時刻を予めダイナミックマップ上に予約をすることで、予約情報に基づいた調停を行うという研究も進められている。しかし、予約の際には先に予約の申請を行った車両が優先されることから、予約が早い者勝ちになってしまうことによる、公平性の欠如という問題がある。

そこで本研究では、道路をグリッドに分割した際、それぞれに値段を付けたマイクロロードプライシングという考えを、仮想通貨による予約によって実現し、同一車両による多数グリッドの予約確保の防止や、混雑が予想される時間帯の車両同士の競合の緩和を図る。

2 関連研究

2.1 時空間グリッドに基づく車両走行調停

木村らは、Web ベースダイナミックマップのアプリケーションとして、時空間グリッドに基づく車両走行調停システムを提案した [2]。これは、車両が出発希望時刻、出発地、目的地をシステムに送信し、システムは希望に沿って経路上の時空間グリッドの予約を行う。

2.2 課題

この研究の課題として、経路予約の際に優先度が設定されていないことが挙げられる。そのため、混雑が

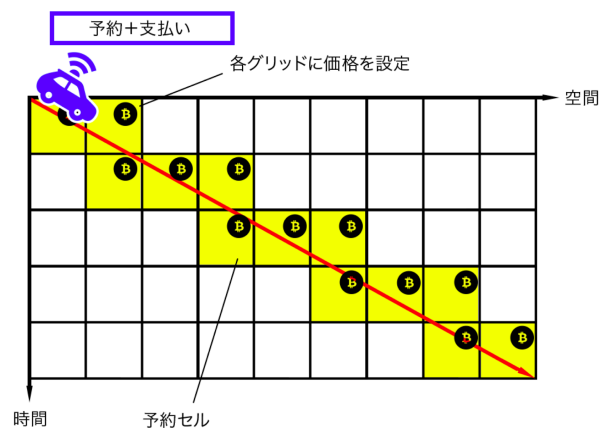


図 1: 提案手法でのグリッド予約の例

予想される時空間の経路予約申請が集中してしまうという問題が挙げられる。また、予約状況を検索する際に先に申請をした車両が優先的に経路を確保できることから、早いもの勝ちになってしまい、後から予約をしようとした車両は、旅行時間がより長くなってしまいう可能性がある。

3 提案手法

3.1 マイクロロードプライシング

道路の混雑緩和のための手法として、ロードプライシングというものがある。これは、混雑する道路を通行する車両に対して料金を課す制度であり、渋滞が発生する交通集中地域において通行料金を徴収し、交通量の削減を図るものである。

本研究では、このロードプライシングという考えのもと、時空間によって分割したグリッドそれぞれに値段を付け、その時空間グリッドを走行するための予約に料金を必要とする、マイクロロードプライシングという言葉で定義する。これにより、時空間による需要に合わせて各グリッドの料金を変更することで、予約

Vehicle Maneuver Coordination Model Based on Micro Road Reservation and Pricing with Cryptocurrency

Hikaru Nakata[†], Daishiro Ikoma[†], Babak Habibullah[†] and Kenya Sato[‡]

[†]Doshisha University

の集中の緩和が期待できる。

3.2 マイクロペイメント

ブロックチェーン技術は第三者を介さずに、オープンなネットワークで参加者による分散型の合意形成を可能にし、透明性の高い取引を実現する技術である。

仲介者を必要としない仮想通貨による送金は、中間搾取される手数料がなくなるため、従来の送金手法と比較して、手数料が格段に安くなる。そのため、従来は手数料の問題から実質的に不可能であった、数円から数十円単位の送金が現実的に可能となる。この特徴は、本研究で予測される少額の送金を実現するにあたり、適していると言える。

3.3 動作手順

まずユーザーは、予約をしたい経路を決定し、ダイナミックサーバに対して、車両 ID, 出発地点, 到着地点, 出発予定時刻をリクエストとして送信する。サーバは受け取った情報を元に、走行経路を探索し、時空間の予約を確保する。予約が可能な状態になると、予約の際に必要な金額を計算し、予約情報とともに送金を行うためのコントラクトを生成する。これにより、予約の確保と同時に送金を行う処理を完了すると、ユーザーに対し、レスポンスを返す。

4 実装と評価

本研究の実装にあたり、ダイナミックマップ時空間グリッド予約のモデルは開発されたものを使用し、それに対して仮想通貨の決済システムを構築して連携を図る。今回は Ethereum ブロックチェーン [3] におけるスマートコントラクトを使用し、それを実現する。

評価は、自動運転車両が提案システムに対して経路予約を申請した際の、応答時間を計測する。応答時間とは協調型自動運転車両がリクエストの送信を開始した時点から、レスポンスを受信完了するまでに経過した時間を指す。比較対象として、既存の送金手法を想定したシステムを MySQL で開発したものをを用いる。また、評価にあたって、パフォーマンス測定及び負荷テストを行うソフトウェアである、Apache JMeter を使用した。

評価は、経路予約が一切されていない交差点において行った。出発地点、目的地点は全車両が同一とし、1秒あたりの予約のリクエスト数を変化させ、どれだけの車両数の予約申請を適切に処理することができるかを検証した。

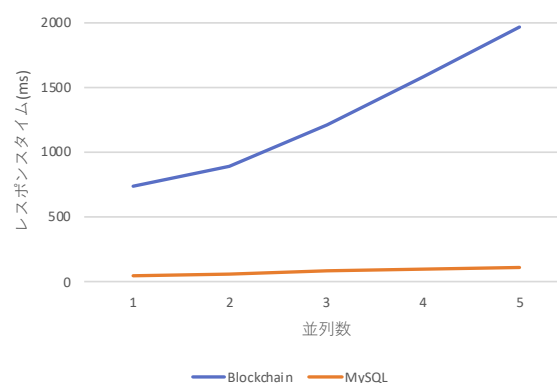


図 2: 並列数別の予約リクエスト送信からレスポンス受信完了までの時間

5 考察

結果から、提案手法は1秒あたり約2.4回の予約申請を処理できることが分かった。これは、警視庁の調査 [4] による東京都内の主要交差点での1時間あたりの最大車両数である4000台全てが予約を行ったとしても、正常に動作するレスポンス時間であると言える。また、既存の送金手法と比較して、約10倍から20倍ほど時間がかかってしまっているが、本研究では車両が交差点に進入する直前に予約をする訳ではないので、システムが正常に動作する速度であれば有用である。

6 まとめ

本研究では、道路をグリッドに分割し、それぞれに値段を付けたマイクロロードプライシングという考えを、仮想通貨を支払った予約によって実現し、より協調的な車両の走行調停を行った。この手法を活用し、予約の集中が予想される時空間にはより多くのコストを設定することで、車両が走行する時空間を分散させる効果も期待できる。また、道路保全のための資金調達としても本研究の手法は有効である。

参考文献

- [1] 渡辺 陽介, 高木 建太郎, 手嶋 茂晴, 二宮 芳樹, 佐藤 健哉, 高田 広章, 協調型運転支援のための交通社会ダイナミックマップの提案, DEIM Forum 2015, F6-6, 2015.
- [2] 木村 健太, 佐藤 健哉, 協調型自動運転に向けた時空間グリッド予約に基づく走行調停手法の検討, ITS シンポジウム 2019, 1-A-05, 2019.
- [3] Vitalik Buterin, Cryptorating, Ethereum White Paper, 5 Sep 2017.
- [4] 警視庁, 交通量統計表, https://www.keishicho.metro.tokyo.jp/smph/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/ryo.html