

時空間予約マイクロロードプライシングのオークション方式による価格設定手法の提案

松村学[†] 杉本涼輔[‡] 膝睿[§] 佐藤健哉[‡]

[†]同志社大学理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

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

近年、工事情報や渋滞情報などの動的情報と高精度3次元位置情報（路面情報、車線情報）等の静的情報を組み合わせたデジタル地図であるダイナミックマップの研究が進められている [1].

この技術を用いることで、協調型自動運転車両が走行予定である経路の時間と空間を事前に予約し、他の車両を排除することで、よりスムーズな走行を可能にする時空間グリッドという考え方が確立された [2]. 今後ダイナミックマップの活用や、協調型自動運転車両の普及につれて安全運転支援や渋滞緩和などの役割を果たすと期待されている。

また、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の実現を目指す研究も行われている。このマイクロロードプライシングでは、車両のスムーズな走行が可能となる一方で、事前予約の優先度がない場合や価格設定によっては、車両の予約が集中する問題が生じ、一部車両の旅行時間の増大が問題点となる。

そこで本研究では、マイクロロードプライシングでの時空間グリッド予約において、車両が支払う料金に応じて予約の優先度を決定するオークション方式を導入する。これにより、瞬時に時空間グリッド予約が可能となり、関連研究に対して出発地から目的地までの旅行時間の短縮を目的とする。

2 関連研究

中田らは、道路を時空間によってグリッドに分割し、グリッドそれぞれに値段を付けたマイクロロードプ

Proposal of Auction Method for Spatio-Temporal Reserved Micro Road Pricing

Gaku Matsumura[†], Ryosuke Sugimoto[‡], Rui Teng[§] and Kenya Sato[‡]

[†]Doshisha University

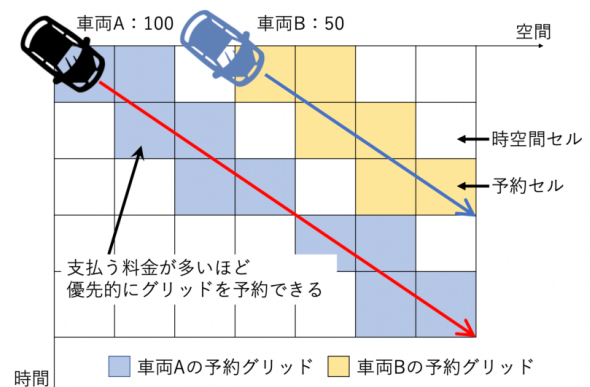


図 1: オークション方式による時空間グリッド予約

ライシングという方式を考え、その実現性についての検証を行った [3].

既存研究ではダイナミックマップのプラットフォームを使用した時空間グリッド予約のマイクロロードプライシングに対して、予約情報の管理をブロックチェーン上で行うことを提案した。これによって、予約と決済の処理の分離を可能にし、課題であったスループットの低下を解決することで、より実現性のあるシステムであることを証明した。

しかし、時空間グリッド予約において、予約の申請を行なった車両から順に予約を行う先着順のため車両の集中が発生し、一部車両の旅行時間が増加する問題点がある。

3 提案手法

3.1 概要

本研究ではマイクロロードプライシングの時空間グリッド予約の際に、各車両の提示金額のオークション方式により優先度決めを行う手法を提案する。マイクロロードプライシングでは、車両が出発地、目的地等の情報をダイナミックマップに送信し、希望に沿った

経路上の時空間グリッド予約を行う。そこで本研究では、時空間グリッド予約に優先度を設定し、協調的な走行調停を実現する。本研究の概要を図1にシステム構成を図2に示す。

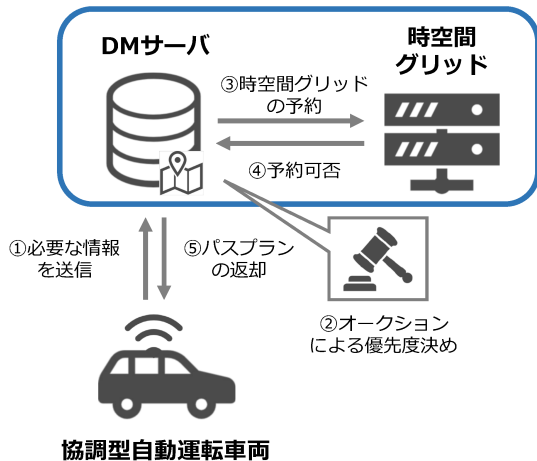


図 2: システム構成

3.2 オークション方式

本研究では、走行前に予約の申請を行い、一定時間後にダイナミックマップによるオークション方式による予約を行うものとする。オークションの受付は予約締め切り時間になるまで行われる。予約締め切り時間になると、予約の受付を締め切り、その時間内に集まった予約を対象に優先度決めを行う。車両が走行前に提示した金額が多い程、優先的に時空間グリッドを予約することが可能である。また、オークション方式を導入することで、より協調的な走行を実現する。

3.3 動作手順

1. 協調型自動運転車両はダイナミックマップに対して自身の車両 ID と出発時刻、出発地点、目的地、提示金額等の時空間グリッドに必要な情報を送信する
2. ダイナミックマップは協調型自動運転車両から情報を受け取ると、時空間グリッド上の予約状況や予約に必要な料金を参照し、経路の探索を行う。そして、予約締め切り時間になると、予約の受付を終了し、ダイナミックマップはオークション方式による予約の優先度決めを行う
3. 優先度の最も高い車両から順に経路予約を時空間グリッドに申請する
4. 予約が完了すると時空間グリッドから予約可否の返答をダイナミックマップに送信する

5. ダイナミックマップは経路選択が完了すると、時空間グリッドに対して確保可能なグリッドの情報を協調型自動運転車両に返却する

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 [1] は開発されたものを使用し、オークション方式を導入した。

評価としては、実装したシステムがどの程度の予約リクエストを正常に処理することが可能かの性能評価を行う。評価項目は、協調型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速度と複数の予約リクエストが発生した時のスケーラビリティについて検証を行った。

また、本研究での目的はオークション方式を用いることで予約に優先度を付与することによる旅行時間の短縮であるため、旅行時間の評価も行い、既存研究との比較を行った。

5 まとめ

現在、協調型自動運転車両の走行調停の手法は様々なものが検討されており、実用化に向けての研究が盛んに行われている。また、ロードプライシングを設けることによって交通量を制御する取り組みも海外で行われている。

本研究では、マイクロロードプライシングでの時空間グリッド予約の際に、オークション方式による価格設定を導入する手法を提案した。オークション方式を用いることで、予約は先着順ではなく提示金額により予約の優先度が決定されるため、料金支払うことで協調型自動運転車両は優先的に走行可能となる。また、利用者が支払額を決定するため、需要に応じた価格設定が可能である。

参考文献

- [1] 杉坂竜亮, 青野朝日, 綾木良太, 佐藤健哉, Web ベースダイナミックマップの実装と評価, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2017) シンポジウム論文集, pp.1197-1202, 2017.
- [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] 中田輝, 佐藤健哉, 時空間グリッド予約を実現するマイクロロードプライシングのブロックチェーン管理による高速化, ITS シンポジウム 2021, 3-A-12, 2021.