

車両密度を考慮したエッジサーバの利用による ダイナミックマップシステムの負荷分散方式の検討

齊藤慶一[†] 細野航平[‡] 膝睿[‡] 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

[§]同志社大学モビリティ研究センター

1 はじめに

協調型自動運転社会の実現に向けた研究開発が進んでおり、高度な自動運転システムを実現するための中核技術としてダイナミックマップ [1] をデータ基盤として利用するダイナミックマップシステムが注目されている。ダイナミックマップシステムはリアルタイムの路上情報や交通状況などを管理し、交通支援サービスを提供するプラットフォームであり、最近の研究ではエッジサーバを導入したシステム構成が検討されている。

しかし、上記の研究開発において、エッジサーバ自体の拡張性について考慮がなされていないために、車両からのアクセスが集中した際に、交通支援サービスの提供に支障が出る恐れがある。

本研究では、渋滞などで特定のエッジサーバの管理エリアに車両が集中するケースにおいて、エッジサーバ自体の拡張性の向上を目的とし、管理エリアの一部をエッジサーバ間で委譲するダイナミックマップシステムの負荷分散方式を提案する。

2 関連研究

ダイナミックマップシステムについて、エッジサーバを用いたダイナミックマップシステムについての先行研究 [2] が存在する。先行研究では車両、通信基地局などのエッジ環境、クラウド環境の三層に跨って通信連携を行う分散データベースシステムとして実現されている。上記のダイナミックマップシステムでは、車両からのアクセスを一定の地理的エリアごとに分散しているクラウドサーバより近い位置のエッジサーバに集約し処理を行う。必要に応じてエッジサーバはクラウドサーバと通信しデータを共有する。クラウドサーバは広域の大規模データを扱い、リアルタイム性が求め

Load Balancing Method for Dynamic Map System by Using Edge Server Considering Vehicle Density
Yoshikazu Saito[†], Kohei Hosono[†], Rui Teng[†] and Kenya Sato[†]
[†]Doshisha University

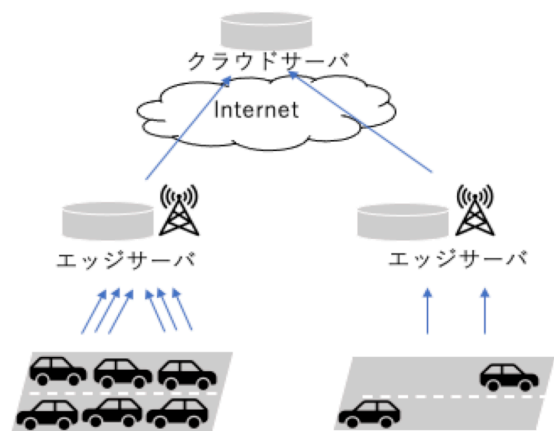


図 1: 先行研究のシステムモデル

られない処理やエッジサーバ間の連携を担当する。本研究は先行研究のシステムモデルをベースにしている。先行研究のシステムモデルについて図 1 に示す。

3 提案方式

3.1 概要

本研究では、全エッジサーバの処理負荷とエッジサーバの管理エリアの車両台数と委譲可能エリアの車両密度を元に、処理負荷が高まっているエッジサーバの管理エリアの一部を、処理負荷に余裕があるエッジサーバに委譲することで負荷分散を行う。

3.2 委譲可能エリアによる車両管理

委譲可能エリアとは、車両が走行するエッジサーバの管理エリアを、エッジサーバによる合流調停などの交通支援サービスに影響がないように特定範囲で分割したエリアを指す。その様子を図 2 に示す。エッジサーバは委譲可能エリアを一意的固有 ID を元に管理しており、委譲可能エリアをもとにエッジサーバは車両密度を管理しており、車両密度が高いエリアの特定も可

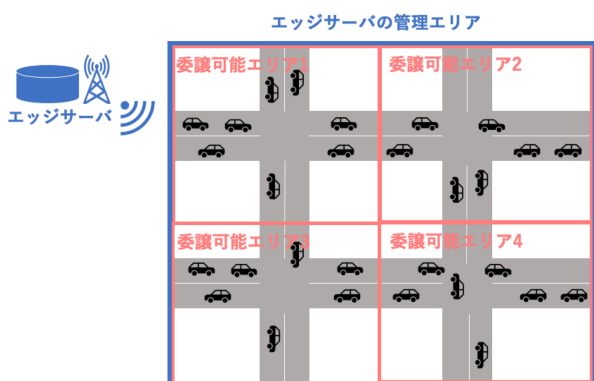


図 2: エッジサーバの管理エリアを委譲可能エリアで分けている様子

能となる。

3.3 提案方式の流れ

手順について、本研究の提案方式をクラウドサーバ1台とエッジサーバ2台のシステム構成で動かしているものとする。また、手順におけるエッジサーバのそれぞれの名称についてE1とE2とし、クラウドサーバをCとする。

1. Cは一定間隔でE1とE2の処理負荷を調べる
2. E1の処理負荷が一定値を超える
3. CはE1の処理負荷が一定値以下になるように、E2に割り振りたい車両台数を算出する
4. CはE1に、E2のIP Addressと割り振りたい車両台数を送信する
5. E1は、車両密度が高い順にE1内の委譲可能エリアを取得する
6. E1は4の車両台数と5の車両密度を元に委譲するエリアを決定する
7. E1はE2に委譲する委譲可能エリアのエリア情報と車両情報を送信する
8. E1は6で決定した委譲するエリアの車両へのレスポンスに4で受け取ったE2のIP addressを付与する
9. IP addressを受け取った車両は、そのIP address先にリクエストを送信する

4 評価

4.1 環境

本研究を評価するにあたり、クラウドサーバ、エッジサーバ、車両となるdockerコンテナを、クラウドサーバで1台、エッジサーバで2台、車両で2台用意し、ダイナミックマップシステムを構築した。上記のダイナミックマップシステムでは、先行研究の負荷分

散処理がないダイナミックマップシステムと提案方式を導入したダイナミックマップシステムの切り替えが可能である。

4.2 項目

本研究の目的がエッジサーバ自体の拡張性の向上であるために、以下の2つを評価項目とする。

1. 提案方式の導入によるクラウドサーバとエッジサーバの処理負荷とネットワークI/Oのオーバーヘッド
2. 一つのエッジサーバ内で、車両からのリクエストの応答を300msを超えることなく利用できる車両数

4.3 シナリオ

エッジサーバの管理エリアに存在する車両数を時系列で増加させる車両の走行シミュレーションを、先行研究と提案方式のダイナミックマップシステムで行い比較する。

その際のパラメータとして、車両のリクエスト送信間隔を100ms、車両リクエストの応答の許容遅延値を300ms、エッジサーバを負荷分散させる処理負荷の閾値を80%、負荷分散後のエッジサーバの処理負荷の閾値を60%、エッジサーバの管理エリアにおける委譲可能エリアの数を6個と設定している。

5 まとめ

エッジサーバを利用したダイナミックマップシステムの研究開発において、エッジサーバ自体の拡張性が考慮されていないために渋滞などで大量のアクセスが集中した際に、交通支援サービスの提供に支障が出る可能性がある。本研究では、渋滞などで特定のエッジサーバの管理エリアに車両が集中するケースにおいて、エッジサーバ自体の拡張性の向上を目的とし、管理エリアの一部をエッジサーバ間で委譲するダイナミックマップシステムの負荷分散方式を提案する。車両の走行シミュレーションを実施した結果、先行研究のダイナミックマップシステムと比較して、エッジサーバの拡張性が向上した。

本研究の一部はJSPS科研費20H00589の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 高田広章, 佐藤健哉, "ダイナミックマップ—自動走行/協調運転支援のための情報プラットフォーム", システム/制御/情報, Vol. 60, No. 11, pp. 457-462, 2016
- [2] Watanabe, Y., Sato, K. & Takada, H. DynamicMap 2.0: A Traffic Data Management Platform Leveraging Clouds, Edges and Embedded Systems. Int. J. ITS Res. 18, 77-89 (2020).