

大規模駐車場での区画管理クラスタ間の
車車間オーバーレイトポロジー構成法と空塞情報収集法

山下 翔平[†] 高見 一正[†]

創価大学大学院工学研究科情報システム工学専攻[†]

1. はじめに

近年、ショッピングセンター等に隣接する立体駐車場内や大型駐車場内での渋滞が問題となっている。車両がある特定のゾーンに集中してしまうと多くの車両が動けなくなってしまう、渋滞が起きてしまう。その結果、ドライバーは時間を浪費してしまい、購買意欲の低下につながってしまうおそれがある。店舗側においても、多くの集客する機会を失ってしまうこととなる。この問題の解決策として、無線センサを用いたもの[1]、複数の無線アクセスポイントを設置する手法などが研究されているが、どの手法も専用の無線センサや無線アクセスポイントを使用するため、設置コストや運用コスト面の問題がある。

本研究では自動車に車車間通信とサーバ機能を持たせ、動的に割り当てられた駐車エリア内の空塞状況を自律的に分散管理する新しい運転支援サービスを提案する。

2. 研究内容

本稿で提案する方式の概要を図1に示す。大規模駐車場が適切な区画ごとに分割され、その区画に属する車両を1つのクラスタとして管理する。

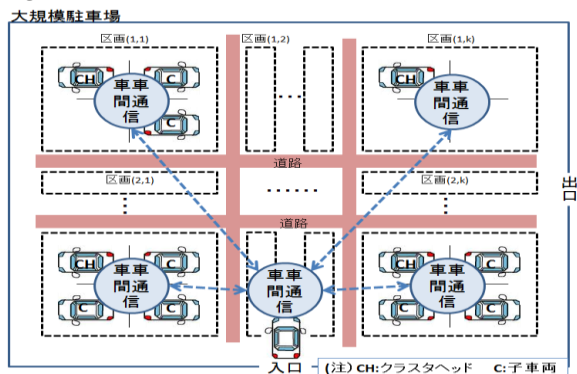


図1 提案方式の概要図

車両が駐車場に入ってきたときに駐車場内のクラスタの空塞を管理する複数の車両（以下クラスタヘッドとし、それ以外を子車両とする）と車車間通信を行い、ドライバーが目視できない場所の駐車空塞情報を受け取る。

Inter-vehicle overlay topology structure and vacancy information collecting method between division managing clusters in a large parking lot

Shohei YAMASHITA[†] Kazumasa TAKAMI[†]

[†]Graduate School of Engineering, Soka University

3. 課題

3.1. クラスタ構成法とクラスタヘッド間トポロジー構成法

駐車場の空塞を分散管理するために管理の基本単位となるクラスタの構成法を明確化する。またクラスタヘッド（以下 CH とする）が管理する情報を収集するために CH 間のトポロジー構成法も明確にする必要がある。

3.2. 情報収集法の明確化

トポロジーを構成した後、駐車場入口の車両にどのようにして、またどのような情報を送るか明確にする必要がある。

4. 解決策

4.1. クラスタ構成法とトポロジー構成アルゴリズム

クラスタの構成法として、駐車場内で予め適切な区画を定め、1つのクラスタとして管理されるが、この区画の分け方は、駐車場ごとに予め決まっており、クラスタ識別子と場所がカーナビなどに登録されているとする。CH は初めに到着した車両とし、CH は、あとから来る子車両の車両 ID と駐車位置番号、空車両数を管理する。駐車位置番号は路面などに書かれているものを車載のカメラなどで読み込むこととする。クラスタ内のトポロジーはツリー構造とする。クラスタ構成法では駐車スペース到着時にブロードキャストを行い、ACK を返し、お互いの ID を受け取る。この ID とグループ識別子を用いて通信を行う。トポロジー構成法では、駐車場入口に最も近い車両がブロードキャストで送信し、クラスタヘッドだけ受け取る。その後、ACK を返し、お互い ID を受け取る。そして、ACK を返した車両がブロードキャストを行う。これを繰り返し、トポロジーを構成する。

4.2. 店舗からの距離を用いた情報収集アルゴリズム

情報収集では、店舗入口付近に駐車するドライバーが多いことを活かして、店舗入口付近の情報を優先的に送信することで、情報を減らすようにする。店舗入口の場所からある一定距離毎にランク 1, ランク 2, ... ランク K と設定する。距離が遠いほどランクの値が大きくなるように設定する。

次に情報収集法のアルゴリズムについて述べる。トポロジーとランク付与例を図2、情報収集法のメッセージシーケンス例を図3に示す。

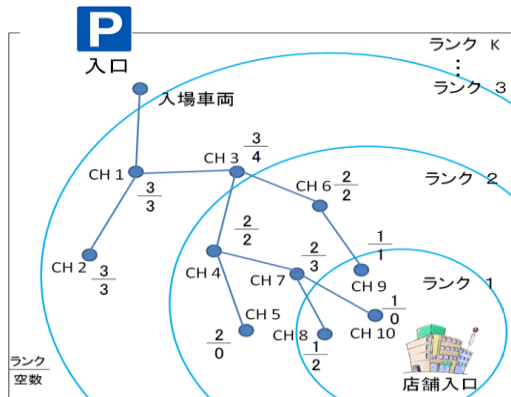


図2 トポロジーとランク付与例

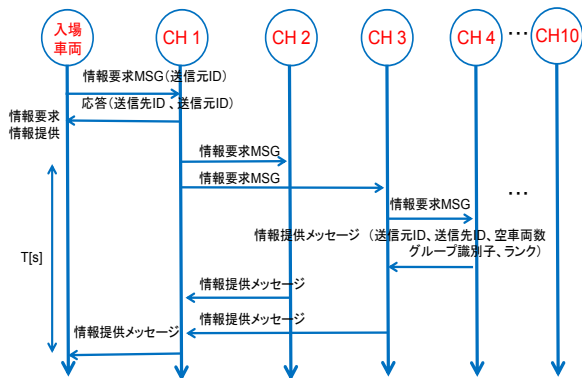


図3 情報収集法のメッセージシーケンス例

Step1: 入口付近に到着した入場車両は情報要求メッセージをブロードキャストする。それを受け取った入り口に最も近い CH1 は 4.1.節で構成されたトポロジーを用いて CH2 と CH3 に情報要求メッセージを送る。

Step2: 情報要求メッセージを受け取った CH3 は、要求メッセージを下位 CH の CH4, CH6 に送信する。情報要求メッセージを受け取った CH3 は CH4 と CH6 から応答メッセージが返ってくるのを $T[s]$ 待つ。待機時間は駐車場入口から遠ければ遠いほど、短いとす。よって CH8, CH9, CH10 が最も短くなる。

Step3: $T[s]$ 後, CH8, CH9, CH10 は自分の管理している空車両数とランク, グループ識別子を上位 CH の CH7, CH6 に送信する。

Step4: CH7 は CH8 と CH10 から空車両数とランク, グループ識別子を受け取る。CH7 は受け取ったランクと自分の管理しているランクを比較して最も小さい CH8, CH10 を選ぶ。そして, ランクが同じなので, 空車両数が大きい CH8 の 2 を選ぶ。

Step5: CH7 は CH8 のランクと空車両数を上位 CH の CH4 に送信する。

これを繰り返し行うことで, 送信する情報が抑えられ, かつ店舗入口に近いクラスタの空塞情報が入口の車両まで届けることができる。

5. 評価

駐車場での通信を模擬するため交通流シミュレータ Scenargie をカスタマイズコーディング

し, 評価を行った。シミュレーション環境を表 1 に示す。駐車場入口付近に到着した車両からメッセージを送り, レスポンスがあったノード数と時間の関係をブロードキャスト方式と提案方式で比較し, 評価した。ブロードキャスト方式は, データに TTL を設け, TTL が 0 になるまで受け取ったデータを再送する方式とする。ノード数 800 台での評価結果を図 4 に示す。

シミュレーションで構成されたトポロジーは入場車両からツリー型に構成され, 駐車場内の車両から空塞情報を受け取ることができることを確認した。ブロードキャスト方式は, 線形的に伸びているが, 20 秒経過しても全体の半分のノードからしかレスポンスがなかった。これはパケットが, 膨大になりパケットが衝突してしまい, 届いていないと考察できる。なお, 提案方式では 15 秒までに 99% のクラスタヘッドからレスポンスがあり, 店舗に近い場所の情報を受け取ることができることを確認した。

シミュレーションソフト	Scenargie
ノード数	200,400,600,800
エリア	700*700
無線電波通信可能半径	110m
クラスタ収容台数	4台
駐車場収容台数	256,576,784,1024台
試行回数	5回

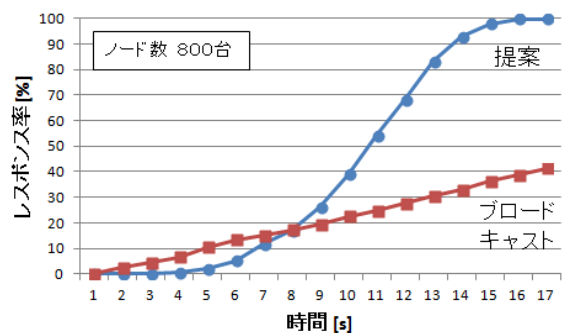


図4 情報収集時間とレスポンス率

6. まとめ

本研究では, 大規模な駐車場での空塞分散管理方式を提案し, シミュレーションによって, ブロードキャスト方式と提案方式を比較評価した。そして, 提案手法が, 15 秒程度で店舗付近の情報を受け取ることができることを確認し, 提案方式の優位性を示すことができた。

参考文献

[1] Vanessa W.S. Tang, Yuan Zheng, Jiannong Cao, "An Intelligent Car Park Management System based on wireless sensor networks," Pervasive Computing and Applications, 2006 1st International Symposium on 65 - 70 3-5 Aug. 2006