

VANET における車両の走行軌跡に基づいた IP アドレスパッシングプロトコル

芳賀 峻明† 木村 成伴‡

筑波大学 情報学群情報科学類† 筑波大学 システム情報系情報工学域‡

1. はじめに

近年、情報通信技術の高度化に伴って、移動体通信の需要が増加している。その中で、インフラを用いることなく、車両間で一時的なネットワークを構成する技術、VANET (Vehicular Ad-hoc Network) が注目されている。

この VANET において、車両がインターネットに接続するためには、IP アドレスを取得する必要があるが、この IP アドレスは、車両が各基地局の通信範囲(セル)を超えて移動する度に、再取得しなければならない。この処理時間を短くするため、VANET を用いて、車両間で IP アドレスを受け渡す IP パッシングプロトコル[1]が提案されている。このプロトコルでは、基地局のセルから出ようとしている車両が、そのセルに新たに侵入しようとしている後方の車両に、VANET を介して、自身が使っていた IP アドレスを渡す。しかし、対象車両が複数いた場合、受け渡す車両の組み合わせによっては、IP アドレスが取得できない車両が発生するという問題があった。

この問題を解決するため、著者らの研究室では、IP アドレスを要求した車両が、これに回答した車両の速度ベクトルを考慮して、自身からより高速に離れていくものから優先して IP アドレスを取得する方式[2]や、セル残存滞在時間が短いものから優先して、IP アドレスを取得する方式[3]を提案している。

しかし、これらの研究では、2 つのセルが交差する状況のみを想定しており、3 つ以上のセルが重なる状況は想定していなかった。このような状況における道路の分岐点では、これから進む方向のセルから来た車両から IP アドレスを取得すべきと考えられるが、先行研究では車両がやってきた方向を判断することができない。そこで本論文では、車両の走行経路履歴を通知することで、より適切な車両から IP パッシングするプロトコルを提案する。

2. 従来方式の問題点

従来方式[3]を、図 1 における三差路の分岐点で用いたときの問題点を説明する。この図において、MN1 は図の左方向に進んでおり、その先の分岐を左折する。この地点において、MN1 は、現在接続している BS1 のほかに、BS2 と BS3 のセル内におり、どちらにも接続可能である。しかし、BS3 に接続してしまうと、やがて BS2 に接続を切り替えることになるので、MN1 は、MN2 と IP パッシングし、BS2 のサブネットのアドレスを取得すべきである。しかし、従来方式では、図 1 の MN2 と MN3 は同じ速度であり、MN3 のセル残存滞在時間の方が短いため、MN3 と IP パッシングを行い、BS3 のサブネットのアドレスを取得してしまう。

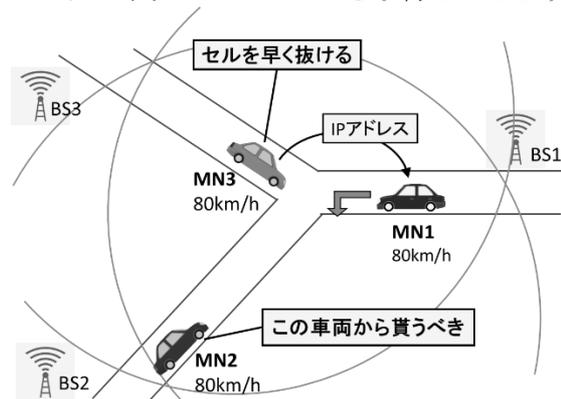


図 1 分岐点で3つのセルが重なる場合

3. 提案方式

提案方式における IP パッシング方式を、図 2 を用いて説明する。ここで、各車両はカーナビと GPS を保持しており、定期的に走行軌跡を記録しているものとする。また、アドレスを要求する車両は、ウィンカーやカーナビの道案内情報などを基に、進行方向が分かるものとする。

各車両は、自身が新しいセルに侵入したことを検知すると、IP アドレス要求メッセージをブロードキャストする。このメッセージを受信した、渡すことができる IP アドレスを保持する車両は、現在位置と、過去の走行軌跡、セル残存時間を含む応答メッセージをユニキャストする。そして、これらの応答メッセージから、自身が現在進んでいる道路と自身がいるセルの境界の交点に、なるべく近い地点を走行した車両から優先して、IP アドレスの取得要求を送り、その

An IP Address Passing Protocol Based on Vehicle Tracking Data for VANETs

† Takaaki Haga, College of Information Science, University of Tsukuba

‡ Shigetomo Kimura, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

車両から IP アドレスを取得する。但し、該当する車両が複数いた場合は、最もセルの残存滞在時間が短い車両を選択する。また、当初のアドレス要求に応答する車両がないときは、DHCP により IP アドレスを取得するが、このとき、BS の位置情報も取得し、上記交点と最も近い BS からアドレスを取得する。

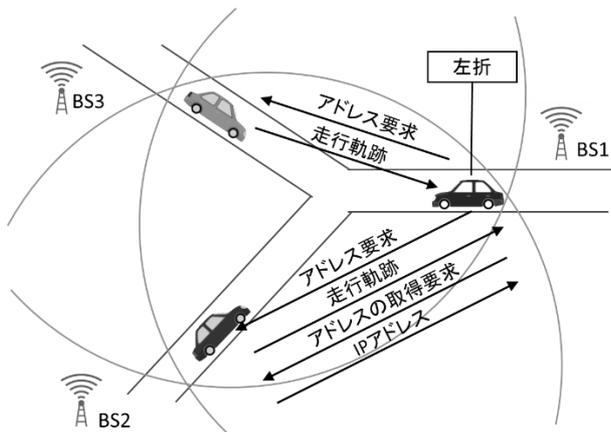


図 2 提案方式による IP パッシング

4. シミュレーション実験

提案方式の有効性を確認するため、従来方式と提案方式における IP パッシングの成功率を比較する。ここでの成功率とは、基地局のセル重複範囲で行われた IP パッシングした回数に占める、進行方向の車両と IP パッシングできた回数とする。本実験で用いるシミュレーション環境を図 3 に示す。またシミュレーションで用いるパラメータを表 1 に示す。

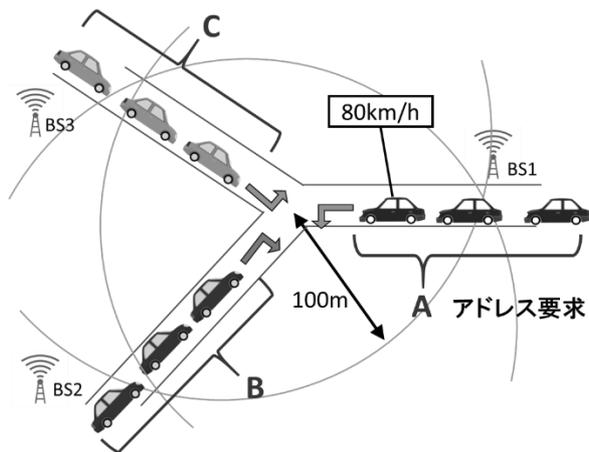


図 3 シミュレーション環境

車両が走行する道路は、高速道路における三差路を想定し、セルの重複範囲の中心と三差路の中心は重なるものと仮定する。またそれぞれの方向の車両を A, B, C と分け、A の車両がアドレス要求をすると仮定する。同じ方向から来る車両の進行方向は同じとし、A と C は左折、B は

右折する。また、各車両の走行速度と車両間隔は、指定の範囲内でランダムに変化させる。

実験にはネットワークシミュレータ NS3 を使用し、従来方式[3]と提案方式の成功率を比較した。

表 1 シミュレーションパラメータ

走行速度	80~100km/h
セルの重複半径	100m
車両数	各方向 10 台ずつ
車両間隔	2.0~4.0s
シミュレーション回数	20 回

20 回シミュレーションを行った結果の平均と、信頼レベル 95%の信頼区間を表 2 に示す。表 2 の結果より、提案方式の IP パッシングの平均成功率は従来方式のそれよりも 40 ポイント近く上昇し、高い割合で進行方向から IP アドレスが取得できている。なお、提案方式において、進行方向から取得できなかった主な原因は、A の車両がセルの重複範囲に侵入したとき、重複範囲に、進行方向から来る IP パッシング可能な車両がいなかったためであり、このときに失敗するのは、やむを得ないと考えられる。

表 2 シミュレーション結果

	平均成功率
提案方式	89.0±4.7%
従来方式	50.5±3.6%

5. まとめ

本論文では、3 つ以上のセルが重なる分岐点における車両の走行軌跡を用いた IP パッシングプロトコルを提案した。そして、シミュレーションを行い、従来方式と比較し、提案方式の有効性を示した。今回の実験では、図 3 の A の車両のみアドレス要求したが、今後は、A, B, C 全ての車両がアドレス要求をするなど、より実際の道路環境に近い状況についてもシミュレーションを行い、提案方式の有効性を検証していく。

参考文献

[1] W. L. T Arnold and J. Zhao, "IP Address Passing for VANETs," Proceedings of International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2008), pp. 70–79, 2008.

[2] 大本健一朗, 木村成伴, "VANET における移動体の速度ベクトルを用いた IP パッシングプロトコル," 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, No. 1, pp. 113–114, 2013.

[3] 杉谷典嗣, 木村成伴, "VANET における移動体のセル残存滞在時間を考慮した IP パッシングプロトコル," 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, No. 3, pp. 95–96, 2015.