

車間距離変化に対応した 位置把握プロトコルの提案*

岡田 陽次郎[†] 春名 恒臣[‡] 重野 寛[‡]

慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

現在考えられている多くの ITS アプリケーションでは周囲車両の位置を認知する必要がある [1] . 各車両は現在の車両自身の走行位置を GPS により定期的に特定でき、他の車両に通知できる . しかし、一定周期で車両情報を伝達することは、トラフィック量の増加が問題となるそこで本稿では、トラフィック量の低減を実現し、ある範囲内の車両全ての情報を把握する手法を提案する . 本提案では、車両の走行位置から車間距離を計算し、その距離と速度から追突する危険性を考慮しながら動的に通信頻度を変化させる . シミュレーションにより、提案プロトコルの性能を評価し、既存方式と比べトラフィック量が低下することを示す .

2 既存方式とその問題点

車両は車線に沿って自由に移動できるため、ネットワーク上の位置とアドレスには関連性がない . そこでフラッディングを用いて、車両情報を伝播させる手法がある [2] . しかし、フラッディングは 1 ホップのブロードキャストをベースに、ネットワーク内の到達可能な全てのノードに位置情報を伝播させる . また、そのフラッディングを一定周期で行う . よって、トラフィック量が増加するという問題がある . これでは、リアルタイムに送りたい車両情報を送ることが難しい .

3 提案方式

本稿では、車間距離、速度、加速度の変化を考慮し、パケット送信周期を動的に変化させるフラッディングを用いて周囲に各車両位置を把握させる手法を提案する . 位置を伝播し、利用することは様々なアプリケーションで利用されるが、本稿では追突事故防止を想定して、プロトコルを検討する .

3.1 前提条件

提案方式を用いる前提として、以下に示す .

- 各車両は GPS を用いて定期的に自身の位置を認知することが出来る
- 各車両は自身の ID は既知とする
- 各車両は車線を既知とする

3.2 想定環境

本稿では、同一車線の車両を考える . 車間距離が広い場合には追突する危険性が低いいため、位置を頻繁に把握させる必要性は低いと考え、パケット送信周期を長くする . なお、パケットには車両情報と定義する、車両 ID、位置、速度、加速度を含む . また、車間距離が狭い場合には追突する危険性が高いため、パケット送信周期を短くする . ただし、トラフィック量の増加を考慮し、パケット送信周期が 100msec 以下になった場合には、その周期では車両情報をフラッディングするのではなく、1 ホップのブロードキャストに変更する (図 1) .

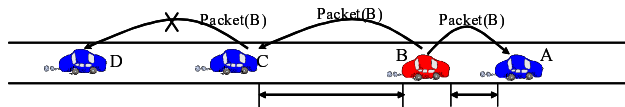


図 1: 車間距離が近い時の通信

ただし、これでは 1 ホップで届かない車両には車両情報が届かない状況になる . そこで、1 ホップで届かない車両に位置を認識させるため、パケット送信周期とは別に 100msec 毎にはフラッディングさせるよう制御する . よって、トラフィックを低く保ちながら、周囲の車両に位置を認識させることができる .

3.3 フラッディング周期の動的変化

車間距離、速度、加速度の変化を考慮し、周期を動的に変化させる方法について説明する . 1 ホップ前を走行中の車両から車両情報を受信し、前車両との車間距離 S を計算する . また、その後以下式を用いて現在の周期の間に走行できる距離 D を計算する .

$$D = (v + v_{max})\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2 \quad (1)$$

ここで、 v は車両の速度、 Δt は周期、 a は車両の加速度を示す . v_{max} は、1 ホップ前の車両との最大相対速度である . 後のシミュレーションでは対向車とすれ違いを考え、200(km/h) とした . (1) 式から、車両は 1 周期に

* A Proposal of the Position Grasp Protocol for Distance between Vehicles Change

[†]Yojiro Okada, Hiroshi Shigeno

[‡]Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Tsuneomi Haruna

[‡]Graduate School of Science and Technology, Keio University

D だけ進むので、 $S > D$ であれば、後続車の位置を認識できない時間に追突する危険性はなくなる。よって、以下の式より、追突防止のケット送信の最小周期 Δt を求めることができる。

$$\Delta t = \frac{-(v + v_{max}) + \sqrt{(v + v_{max})^2 + 2aS}}{a} \quad (2)$$

4 シミュレーション評価

提案方式の有効性を計算機シミュレーションにより評価した。シミュレーションモデルを図 2 に、シミュレーション条件を表 1 に示す。シミュレーションでは、車両台数が全て道路に出現してからフラッディングを開始し、その t 秒後に先頭車両からブレーキをかけ、そして t' 秒後に発進するものとした。

提案方式の比較対照として、100msec の一定周期のフラッディングを用いた。

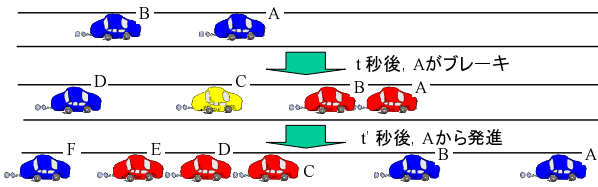


図 2: シミュレーションモデル

表 1: シミュレーション条件

評価時間	80sec
道路	片側 1 車線
車両台数	10 台
ブレーキ開始時間	20sec
発進時間	40sec
最大速度	100km/h
初期周期	100msec
無線通信方式	IEEE802.11 IBSS [3]
通信可能距離	100m [3]

4.1 フラッディング経過時間とケット生成量

図 3 は、5 秒毎に車両が生成するケット量を示す。図より、通常走行時では提案方式は flooding に比べ、ケット生成量を低く保たれている。しかし、30~40 秒に関しては flooding よりも提案方式が多くなっている。これは、追突する危険性が増しており、ケット送信周期が 100msec より短くなっている場合である。

4.2 フラッディング経過時間とトラフィック量

図 4 に、トラフィック量を示す。なお、トラフィック量はシミュレーション開始時からのブロードキャストとフラッディングの総ケット送信量である。同図より、提案方式は flooding に比べ、低いトラフィック量を実現していることがわかる。これは提案方式のアルゴリズム

により、動的にフラッディング周期を変化させ、危険性が低いものについては、フラッディングを抑制しているからである。また、図 3 において、ケット生成量が多い 30~40 秒に増加量は多くない。これは、周期が短くなった際にフラッディングを中止にしたためである。

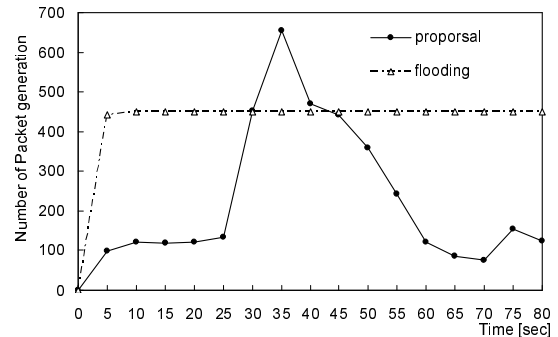


図 3: シミュレーション経過時間とケット生成量

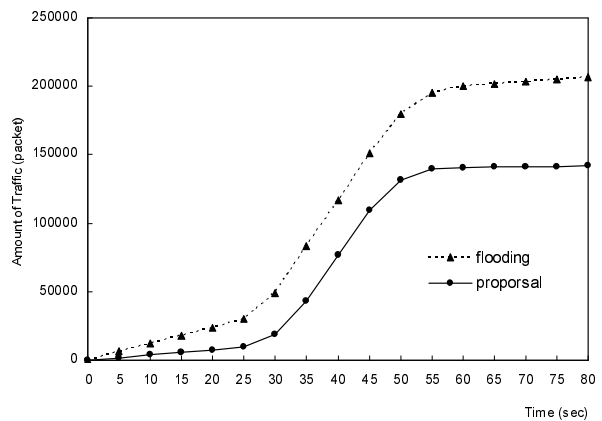


図 4: シミュレーション経過時間とトラフィック量

5 おわりに

本提案では、車両距離、速度、加速度を用いて動的にフラッディング周期を変化させ、安全性を考慮しながら周囲の車両に自身の位置を把握させる手法を提案した。シミュレーションの評価から、トラフィック量を低く保つことを確認できた。

参考文献

- [1] Xiaojiang Du et al., "Adaptive Cell Relay Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," IEEE Trans. on Vehicular Technology, VOL.55, NO.1, pp278-285, January 2006.
- [2] Peter Davis et al. Analysis of Characteristics of Flooding for Inter-Vehicle Communications, 情報研報, 2005-ITS-23, 2005.
- [3] 齋藤正史 他. アドホック通信に基づく行き先経路の道路情報取得プロトコルの開発, 情報研報, 2004-ITS-16, 2004.