

CCNに基づく車車間通信による 狭域道路・交通情報の効率的な収集方式

中沢 隆紀[†] 小花 貞夫[‡] 湯 素華[‡]

電気通信大学 情報理工学部[†] / 大学院情報理工学研究科[‡]

1. はじめに

近年、車車間通信により、互いの位置や速度等の情報を頻繁に交換して衝突を防止する安全運転支援システムの実用化[1]や、近い将来の自動運転のために走行中の車両が周辺の道路・交通情報を把握できるようにする技術の研究が注目されている[2]. 本稿では、CCN(コンテンツ指向ネットワーク)に基づく車車間通信による周辺(狭域)の道路・交通情報の効率的な収集方式を提案する.

2. CCNの車車間通信への適用課題

2.1. CCNの概要

CCNは、効率的なコンテンツ配信を可能とするネットワークアーキテクチャである[3][4]. コンテンツを要求する際、要求者はコンテンツ提供者のアドレスではなくコンテンツ名を指定したInterest(要求)パケットを発行する. また、提供者からは要求されたコンテンツがData(応答)パケットにより返送され、途中の中継ノードにキャッシュされる. キャッシュは、同じコンテンツが要求された際に活用され、配信の効率化が図られる. これらの機能を提供するためCCNの各ノードは、キャッシュを格納するCS(Content Store), Interestパケットを提供者に届けるためのルーティング情報FIB(Forwarding Information Base)およびDataパケット返送のための返送リストPIT(Pending Interest Table)を持つ.

2.2. CCNを車車間通信に適用する際の課題

少し先の交差点や道路の混雑状況や路面状況等の狭域の道路・交通情報を効率的に収集(プル型)できるようにCCNを車車間通信に適用しようとする、以下の課題の解決が必要となる.

- 1) 課題1(コンテンツのネーミング): 分かり易くかつ一意な道路・交通情報の名前付け・指定方法をどうするか.
- 2) 課題2(Interest/Dataパケットのルーティン

グ): CCNでは、ネットワークトポロジ(ノード接続形態)がほぼ変化しないことが前提であるが、車車間通信では時々刻々と変化する. コンテンツの要求者、提供者ならびに中継ノードとなる車両が常に移動し、InterestパケットやDataパケットの送信相手が動的に変化する. このためルーティングをどうするか.

3. 提案方式

3.1. コンテンツのネーミング(課題1の解決)

コンテンツの名前を、1) 地理情報と2) 事象の種類を示す道路・交通情報で構成する.

(1) 地理情報のネーミング

道路上の各交差点に名前を付与し、交差点名に基づいて地理情報を示す. 図1に示すように交差点Aから交差点Bに向かう道路リンク(以下、リンク)の名前を「AB」とする. 交差点Aは単に「A」で、また「AB/BC/C」はリンクABとBCを經由して交差点Cまでの経路全体を示す.



図1 交差点名に基づく地理情報のネーミング

(2) 道路・交通情報の種類のネーミング

表1に挙げる情報種類の名前と値を設ける.

表1 道路・交通情報の種類と値

| 情報種類の名前 | 値 |
|---------|-----------------|
| 通行可判断 | 通行可, 通行不可 |
| 混雑状況 | 普通, やや混雑, 混雑 |
| 路面状態 | 普通, 凍結, 視界不良, 等 |

3.2. ルーティング(課題2の解決)

CCNにおけるFIBとPITのオリジナルの定義を改変する. Interestパケットの送信先は予め決められるのではなく、車両の位置情報を比較して決定される(なお周辺車両の位置は、普及が進みつつある[1]のシステムにより互いに共有しているものとする).

Interestパケットを受信したすべての車両が中継車両となり得る. 周辺車両の位置情報を比較

Efficient collection of road and traffic information by CCN-based inter-vehicle communication

Takanori Nakazawa[†], Sadao Obana[‡], Suhua Tang[‡]

[†]Faculty of Informatics and Engineering / [‡]Graduate

School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

し、受信範囲内で目的地に近い車両ほど中継の転送待ち時間が少なくなるように設定し、待ち時間が少ない順に転送を試みる。なお、転送前に要求されたコンテンツのキャッシュを自身が持っているかをチェックし、あれば返送する。待ち時間中に他の中継車両の packets 転送を検知した時は転送をキャンセルする[2]。Data パケット返送時も、Interest パケットの場合と同様に遠い車両から順に転送を試みる。その際中継した車両のみならず、それを傍受した全ての車両が Data パケットのコンテンツをキャッシュする。



図2 中継車両選択

4. シミュレーション評価と考察

提案方式の有効性を評価するため、シミュレーションで、配置車両数を変化させた時の Data パケットの平均ホップ数と Interest パケットに対するコンテンツ取得成功率を計測・評価した。

4.1. 比較方式と提案方式

(1) Non-Cache 方式

キャッシュは利用せず、Interest パケットは常に提供者まで送り、そこから Data パケットを返送する。ルーティングは提案方式と同じとする。

(2) 提案方式

3.2 節で説明した車車間通信に CCN のキャッシュ機能を実現した方式である。

4.2. シミュレーション条件

表2 シミュレーション条件

| 項目 | 値 |
|--------------|-------------------------------|
| ネットワークシミュレータ | Scenargie |
| フィールド | 1600m × 1600m |
| 道路間隔 | 400m(格子状) |
| 車線数 | 2(片側1車線) |
| 車両位置 | ランダム(固定) |
| 全車両台数 | 100 ~ 500 台 (100 台刻み) |
| 車両台数毎の要求回数 | 10 回 |
| キャッシュサイズ | コンテンツ 5 つ分 |
| 通信方式 | IEEE802.11p |
| 伝送速度 | 3Mbps |
| パケットサイズ | Interest 256byte/Data 512byte |
| 電波伝搬モデル | ITU-RP.1411 |
| 情報生成頻度 | 8s/台 |
| シミュレーション実行時間 | 15 秒 |

シミュレーション条件を表2に示す。フィールドは四角のグリッドで構成する。配置された全ての車両が Interest パケットを発行する。Interest パケットの目的地は全ての交差点からランダムに選択される。コンテンツには人気度は設けない。

4.3. 結果と考察

各評価項目の結果を図3に示す。

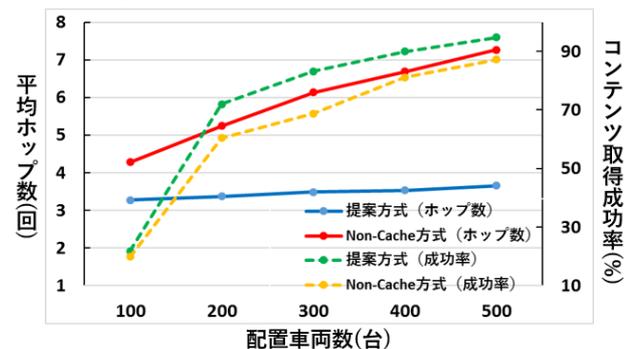


図3 Data パケットの平均ホップ数と Interest パケットのコンテンツ取得成功率

配置車両数が増加するとコンテンツ取得までの平均ホップ数は増加するが、提案方式は Non-Cache 方式よりもホップ数の増加率を低く抑えられている。コンテンツ取得成功率は配置車両数が増えるほど大きくなる。これは、配置車両数が増えるほど提供者やキャッシュにアクセスできる経路が増加し、コンテンツを取得できるようになるからと考えられる。逆に、配置車両数が少ないと建物による遮蔽でネットワークが途切れるのでコンテンツ取得成功率は小さくなる。配置車両数が 200 台を超えると遮蔽の影響が小さくなり、増加率が緩やかになる。

5. おわりに

道路・交通情報の効率的な収集を可能とする車車間通信への CCN 適用方法を提案した。分かり易くかつ一意なコンテンツのネーミングと車両の移動に伴うネットワークトポロジの頻繁な変化へ対応するルーティングが重要であることを示した。

参考文献

- [1] 内閣府「内閣府戦略的イノベーション創造プログラム 自動走行システム 研究開発計画」(2016.6.28)
- [2] 吉川 潤, 湯 素華, 小花 貞夫, 狭域交通情報共有のための車車間通信における車両位置情報に基づく効率的な中継転送方式の提案, 情報処理学会論文誌, 57(1), 43-53, 2016.
- [3] V. Jacobson, D.K. Smetters, J.D. Thornton, M.F. Plasee, N. Briggs and R. Braynard, "Networking named content," *Proceedings of ACM CoNEXT*, Rome, Italy, 2009, pp.1-12.
- [4] S. S. Adhatarao, J. Chen, M. Arumathurai, X. Fu, and K. K. Ramakrishnan, "Comparison of naming schema in ICN," *In IEEE LANMAN*, 2016, pp.1-6.