

移動予定経路情報を利用可能な VANET における 時間軸を追加した接続性グラフの構築

木谷友哉^{†1}

車載カーナビゲーションシステムに設定された目的地情報や、普段の移動経路履歴などを用いることにより、各車両の移動予定経路を高精度で推定可能である。このように各車両の将来の位置が推定可能な VANET においては、今後のどの時点でどのノード間が無線通信可能になるかを判断するためのノード接続性グラフを作成することができる。本研究では、具体的なサービスを実現するための VANET の構成、および、各車両の移動予定経路情報を利用して VANET の内の情報伝達の効率を向上させるためのノード接続性グラフの構築について議論する。

A Node Connectivity Graph with Temporal Axis on VANET with Predictable Node Mobility

TOMOYA KITANI^{†1}

It can allow a prediction of each car's route-to-go with a high degree of accuracy to use the current preset destination information and the past travel history on the car-navigation system on each car in VANET. By using such predicated route information of each node on VANET, a node connectivity graph including temporal information can be made. In this study, we will discuss about a feasible size of VANET and about to develop a method to make the graph and efficient message routing protocols using the graph.

1. はじめに

車車間通信ネットワーク (VANET) は、無線通信機器を搭載する車両によって自律的に作られるネットワークである。一般的な MANET では人間の持つ携帯情報端末などがノードとなり、その移動性として速度は遅いが経路の自由度が高い。対照的に VANET では、車両の移動速度は非常に大きくノード間の接続性の変化が頻繁に起こるが、車両は道路上を移

動するため経路に対する制約がきつく将来の移動経路の推定が比較的容易である。

近年の GPS 付きカーナビゲーションシステム (以下カーナビ) は、内蔵する渋滞の統計情報を用いたり、国土交通省の VICS が配信する交通情報を受信したりして、質の高い経路案内を実現している^{1),2)}。カーナビに目的地情報が設定されているとき運転手は高い確率で案内された経路上を移動する。また、日常の業務に使用している (目的地情報が設定されていない) ときでも、運転者が利用する経路は今までの履歴にある経路であることが多い。このカーナビ内の移動予定経路情報を VANET 内で流通させることで、各車両の経路予測が行え、効果的なメッセージ伝播が行えると考えられる。

VANET を用いたサービスとしては、各車両がセンシングした交通情報を流通・収集するプローブや局所的な広告配信などの情報配信サービスが考えられる。現在、自動車メーカー各社がデータセンタを用意し、携帯電話網などの広域無線通信網を介して各車両の位置情報や交通情報を収集・配信するテレマティクスが実用化されてきている³⁾。テレマティクスでは、局所的に流通される情報も全て携帯通信網越しに情報センタを介して配信される。交通情報の収集や局所的に消費される情報 (地域の広告情報) を VANET を用いて行うことができれば、広域無線通信網の負荷低減や、それにともないサービスを安価に提供できるようになると考えられる。

本研究では、具体的な VANET による情報流通サービスの構築、および、各車両の移動予定経路情報を利用して VANET の内のメッセージ伝達の効率を向上させるためのノード接続性グラフの構築について議論する。

2. VANET による情報流通

2.1 交通情報アプリケーションを想定した妥当な VANET サイズの考察

VANET のみで情報を流通させる場合、数十 km 四方といった範囲を一つのネットワークとすることは合理的でない。VANET においてメッセージの伝達は、(1) マルチホップ無線通信を用いて車両間でメッセージを中継する、(2) ある程度のメッセージ伝達遅延が許容される (DTN: 遅延耐性ネットワーク) ときはマルチホップ無線通信と併用して、ノードとなる車両の高い移動性を利用してデータを持つ車両が運搬する Carry and Forward を用いる、といった方法で実現される。このとき対象とする領域が大きいと以下のような問題が起こる。まず、通信帯域幅には上限があるため、領域内の車両台数が大きくなると車両一台あたりの通信量が小さくなり、メッセージ到達率は著しく小さくなる。また、車両密度の小さい郊外や、市街地においても信号による停止などでノードの接続性が一時的に分断さ

^{†1} 静岡大学 若手グローバル研究リーダー育成拠点

Division of Global Research Leaders, Shizuoka University

れることが多いため Carry and Forward が用いられるが、車両の平均移動速度を 36km/h (10m/s) とすると 30km 移動するには 50 分、往復で 100 分かかるため遅延が大きくなる。

VANET において交通情報を収集・配信する場合、データの収集に即応性は求められない DTN となるが、許容される遅延は高々 10 分である。市街地での平均車速は 20km/h (約 5m/s) 程度であることを考えると、メッセージの伝達に全て Carry and Forward を用いた場合では高々 3km しか運搬できない。ここで、VICS の電波ビーコンは、高速道路であれば 2~4km 毎に一機設置されていることを考えると、交通情報の収集装置を半径 1~2km に一機設置するという仮定は不自然ではない。

3.2 VANET におけるメッセージ伝達プロトコルの提案

本研究では、2km 四方の領域を対象とし、その領域内の車両によって構成された VANET において、任意の 2 ノード間でメッセージを伝達するためのルーティングプロトコルの開発を目的とする。また、この領域中心には情報収集装置がインフラとして設置されており、それは他の領域の情報収集装置と接続されているものとする。各車両は近隣のノードと通信可能な無線装置、および、GPS 付きカーナビゲーションシステムが搭載されていると仮定する。さらに、各車両は高い確率であらかじめ設定された経路情報、または今までの履歴に沿った経路を進むものとする。

3. 提案する時間軸を追加したノード接続性グラフ

3.1 予定経路情報の収集

各車両の通過予定情報は $(c_{id}, time_c, is_{id}, time_p)$ の 4 組で表し、 c_{id} は車両識別子、 $time_c$ はデータ作成時刻、 is_{id} は交差点識別子、 $time_p$ はその交差点の通過予定時刻である。また、経路予定情報は通過予定情報の列で表す。この情報を VANET 内で流通させ、次節で提案する時間軸を追加したノード接続性グラフを構築する。

3.2 時間軸を追加したノード接続性グラフの構築

今、図 1 において n_2 から n_1 へメッセージを伝達したいとする。通常、フラッディングや確率的な複製を行う Epidemic ルーティングを用いて、メッセージを伝達させる⁴⁾。VANET をネットワークの分断 (ノードの接続性の分断) が頻繁に起きる DTN と捉えると、図 1 (a)~(c) 各時点において n_1 と n_2 は非連結であるが、時間軸を追加したノード接続性グラフでは経路があることが判断できる。

従来の DTN における Epidemic ルーティングなどのプロトコルでは、メッセージの廃棄ポリシーとして許容遅延に間に合わないものを選択的に廃棄していた。しかしながら、それら

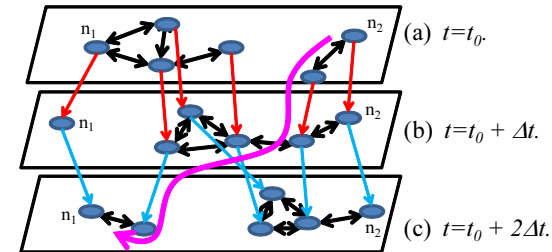


図 1 時間軸を追加したノード接続性グラフ

Fig. 1 A node connectivity graph with temporal axis.

の方式では、遅延許容量は大きい伝達経路のないメッセージがネットワーク内に長時間滞留し、全体のメッセージ到達率の低下を招くと考えられる。上記の時間軸を追加したノード接続性グラフを用いることで、そのようなメッセージを早くに廃棄することができる。

4. これからの課題

提案したノード接続性グラフを利用したルーティングプロトコルの開発が必要である。文献 5) ではセンサネットワークにおいて任意の移動ノードの位置を常に捕捉して経路を保持し、また高々ネットワーク径に比例したコストでノード接続性の維持と任意の 2 ノード間のメッセージ伝達が行えるルーティングプロトコル STALK が提案されている。ただし、その手法ではノードの分布が一定以上の均質性を満たすことが前提となっている。VANET のように車両密度の低いエリアがあったり、市街地でもごく短い時間でも車両の空白地帯が生まれるような場合には単純に適用できない。サービスが DTN であることを考え、時間を一定の間隔で区切りそこで一時的にでも通信可能なら連結とすれば STALK の前提に帰着でき、それが利用できると考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：ITS ホームページ。 www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html。
- 2) (財) 道路交通情報通信システムセンター：VICS。 www.vics.or.jp。
- 3) 本田技研工業 (株)：インターナビ・プレミアムクラブ。 www.premium-club.jp。
- 4) 中村正人：予定経路情報を用いた車車間情報配送手法の提案と評価、修士論文、奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 (2010)。
- 5) Demirbas, M., Nolte, T., Arora, A. and Lynch, N.: STALK: A Self-Stabilizing Hierarchical Tracking Service for Sensor Networks, Technical report, OSU (2003)。