

自動運転を対象とする移動アドホックネットワーク動作推定方式の検討

菊池 保乃加[†] 福岡 宏一[†] 横谷 哲也[‡] 斎藤 正史[‡] 寺島 美昭[†]

創価大学[†] 金沢工業大学[‡]

1. はじめに

近年運転の自動化が注目され、今後車々間・路車間通信の必要性が増すと考えられる。この車々間・路車間で通信を行う際の情報交換する方法として無線アドホック通信が用いられると想定されている。この通信を行う際、車々間通信・路車間では重要な情報が流れるため、攻撃等による通信途絶や通信遅延は車の渋滞や事故につながる可能性がある。そのため、無線アドホックネットワークの監視による攻撃検知は通信の安全性や信頼性を高めるために重要である。

本研究では、ネットワーク監視のための、自動運転を対象とした移動アドホックネットワークの通信経路端末集合推定を行う。

2. 研究課題

従来の研究では、ネットワークパラメータに依存しないブラックボックス監視によるネットワーク監視を行ってきた[1]。しかしこの研究は有線のみを対象としており、無線アドホックネットワークは適応されていない課題がある。また、自動運転を対象としているため、送信元端末が移動することによって、移動時間ごとに通信経路が変わる。そのため、移動することによって変動が激しく電波の動きからネットワークの動作推定を行うことが難しいことから、移動時間ごとのネットワークの動作推定を行うことが必要である。また、無線アドホックネットワークでは、有線と比較して、帯域幅が狭く、不安定であるため、ネットワークに負荷をかけずに動作推定を行うことを考慮する必要がある。

3. 提案

提案方式では図1に示すように、通信を行う際に各端末の送信電波を利用し、これを観測機によって観測する。観測機では、この送信電波から各端末のデータ送信量を抽出し、1秒毎にデータ送信量を累積する。観測者は累積したデータを解析し、無線ネットワークの動作推定を行う。最初にシミュレーション時間全体の通信経路端末集合推定を行う。次に、時間を区切りその時間ごとの通信経路端末集合の推定を行う。この推定のフロー図を図2に示す。

3.1 通信経路端末集合推定

アドホックネットワークでは送信元から宛先までいずれかの端末を中継して通信を行う関係から送信の傾向が一致する。この端末間の伝搬関係を見るた

めに、送信元に対する各端末の相関を記録し、相関係数を用いてその相関係数が閾値以上であれば、経路集合に入れる。相関の補完として、送信量のばらつきを見る。パケットを中継する端末では送信を中継している関係からスループットの振れ幅が大きくなる。そのため、その送信量のばらつき記録し標準偏差を計算し、出てきた値が閾値以上であれば経路に関係すると考え、経路集合に入れる。この二つを用いて、通信経路端末集合推定を行う。今回100ケース分の送信量データを平均したものをを用いて推定を行う。

3.2 時間分割の通信経路端末集合推定

今回想定している自動運転では車が移動するため、移動時でも経路端末集合を追跡することが必要である。そのため、移動時間ごとの経路端末集合推定を行った。送信元に対する相関と送信量のばらつきを30秒ごとに時間分割し、その秒数間でのパケットを経由した端末を推定する方法である。

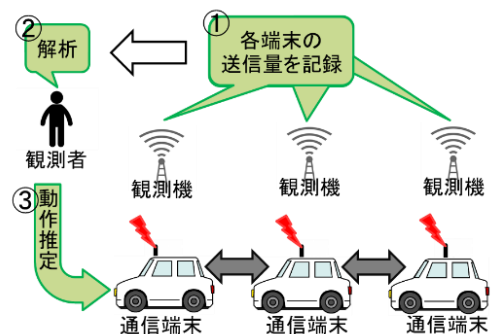


図1 電波観測イメージ

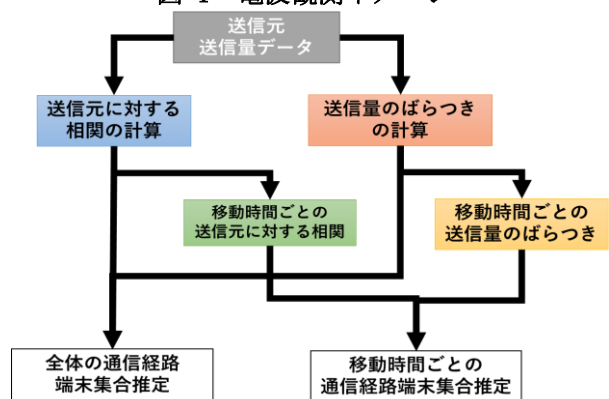


図2 推定のフロー図

4. 実験

4.1 実験手順

本研究では、理論的な部分の検証を行うことと、多量のデータ取得を可能にするため、ネットワークシミュレータ Qualnet を用いる。このネットワークシミュレータによって生成されたデータを用いて解析を行い、検証する。

Examination of Wireless Ad-Hoc Network Motion Estimation method for Autonomous Driving

[†] Honoka Kikuchi, Koichi Fukuoka and Yoshiaki Terashima, Soka University

[‡] Yokotani Tetsuya and Saito Masashi, Kanazawa Institute of Technology

直線道路を想定したトポロジーとしてケース 1 を図 3 に示す. 端末は Node1 からの Node50 の Grid トポロジーである. Node1 は左から 180 秒かけて右側にある三角のところまで移動する. Node1 の移動する速度は時速 30km/h であり, 各端末間の距離は 180m である. 送信元は 0.1 秒ごとに 1024byte 送る.

次に直線道路を想定し, 送信先が切り替わるトポロジーとしてケース 2 を図 3 に示す. トポロジー 1 と同様に移動速度, 送信パケットサイズ, 各端末間の距離は変わらないが, 送信先が 0~90 秒の間は送信先 Node29, 90~180 秒の間は送信先が Node50 である. この実験設定を表 1 に示す.

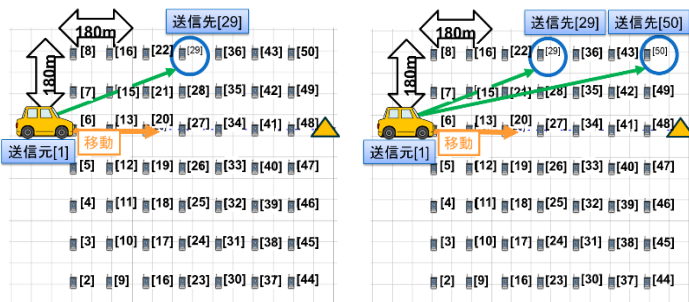


図 3 ケース 1 とケース 2

表 1 実験設定

	シミュレーション 時間	アプリケーション	パケットサイズ	ルーティング プロトコル	速度
ケース1 移動トポロジー	180s	CBR Node1→Node29	1024byte	AODV	30km/h
ケース2 送信先切り替え トポロジー	180s	CBR(0s~90s) Node1→Node29 CBR(90s~180) Node1→Node50	1024byte	AODV	30km/h

4.2 実験結果

4.2.1 ケース 1

今回 100 ケース分の送信量データを平均したものをを用いる. 通信経路端末集合推定について, 送信元に対する相関と送信量のばらつきの結果から, Node6・13・14・20・21・27・28・34・35・41・42・48 が閾値を超えていたこの通信経路端末集合の結果をトポロジーと合わせ, 閾値を超えていた端末を赤丸で囲んだものを図 4 に示す.

また 30 秒ごとに送信元に対する相関と送信量のばらつきを相関係数と標準偏差を用いて出した. 図 5 に示すのは 60~90 秒間で閾値を超えていた Node21・22・28 を赤丸で囲んだものである.

移動することにより電波の変動が激しく解析することが難しいが, 移動時間ごとに区切ることにより, 通信経路端末集合を導き出すことができた. また, 移動することで, その移動ごとに通信経路端末集合が追跡して, 変わっていくことがわかった.



図 4 ケース 1 の通信経路端末集合

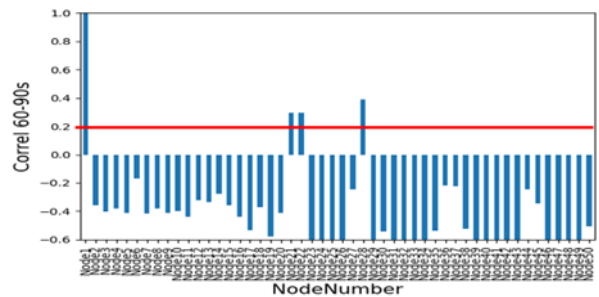


図 5 送信元に対する相関(60s~90s)

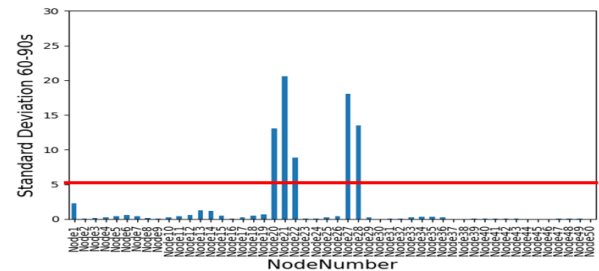


図 6 送信量のばらつき(60s~90s)

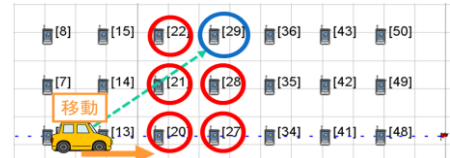


図 7 ケース 1 の 60s~90s の通信経路端末集合
4.2.2 ケース 2

ケース 1 と同様に通信経路端末集合推定と時間分割の通信経路端末集合推定を行った. 送信元に対する相関と送信量のばらつきから, 通信経路端末集合推定を行い, 閾値を超えた Node と送信量データの波形のグラフと一致した. またケース 1 と同様に, 30 秒ごとに送信元に対する相関と送信量のばらつきを相関係数と用いて時間分割の通信経路端末集合推定を行った. どの時間でも通信経路端末集合を推定することができた.

これらのことから, 送信先が切り替わっても時間分割の解析をすることで, その移動時間ごとの通信経路端末集合を推定することができた.

5. おわりに

本研究では, 自動運転を想定したトポロジーモデルを用いて, 送信元が移動しているかつ送信先が切り替わった場合に, 時間を区切ることによってその時間ごとの通信経路端末集合の変化を追跡することができた. 今後は送信元が 1 端末だけでなく, 2 端末や交差する場合での実験も検討していく必要がある.

謝辞

本研究は, JSPS 科研費 JP17K00193 の助成を受けて実施した.

参考文献

- [1] 石黒正揮他, “インターネット上の脅威分析を支援する空間および時間的な特徴量に基づく分析手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.48 No.9,2007.