

無線ネットワーク動作推定における複数通信経路の分離の研究

小山 清史[†] 清原 良三[‡] 寺島 美昭[†]

創価大学理工学部[†] 神奈川工科大学情報学部[‡]

1 はじめに

災害発生時の被災地での通信手段として、アドホックネットワークの利用が期待される。アドホックネットワーク内の攻撃や異常などを早期に発見するには、ネットワーク監視が必要である。本研究では、移動端末を含むアドホックネットワーク内の複数通信経路を推定する手法を提案する。

2 提案

2.1 概要

本研究では、アドホックネットワーク内の各端末のデータ送信量、データ受信量、位置情報の時系列データを解析することにより、各時間における通信の経路状況を推定する手法を提案する。システムの全体図を図1に示す。アドホックネットワーク内の各端末から取得したデータ送受信量を1秒毎に累積処理する。そのデータ送受信量時系列と各端末の位置情報を後述する経路推定アルゴリズムに適用し、通信経路を出力する。

本提案手法は、1. 複数通信経路の分離、2. 通信経路変化の追跡の2つの機能を持つ。

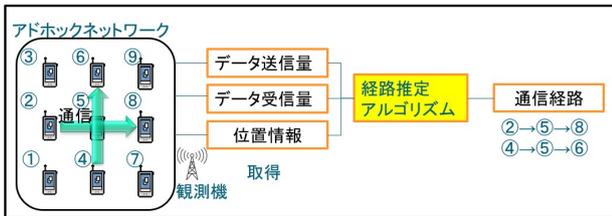


図1 システム全体図

2.2 経路推定アルゴリズム

経路推定アルゴリズムを4段階に分けて説明する。

Step1. 隣接端末集合を求める

ある端末 X から直接通信できる端末を端末 X の隣接端末と定義する。各端末について位置情報から端末 X との距離を計算し、通信可能な距離以下であればその端末を端末 X の隣接端末集合に追加する。これを全端末について行う。1秒ごとに隣接端末集合を更新する。

Step2. 変化点検知

データ送信量の時系列データの性質が変わる時点を変化点と定義し、2段階学習に基づく変化点検知 [2] を用いて、各端末の変化点を求める。手順を説明する。(図2)

手順 1. 2段階学習に基づく変化点検出を行い、変化点スコアを算出する。

手順 2. 変化点スコアが極大な点を変化点とする。図2の破線が変化点にあたる。

手順 3. 変化点前後のデータ送信量の平均を比較し、差が小さい(変化が小さい)変化点を除外する。

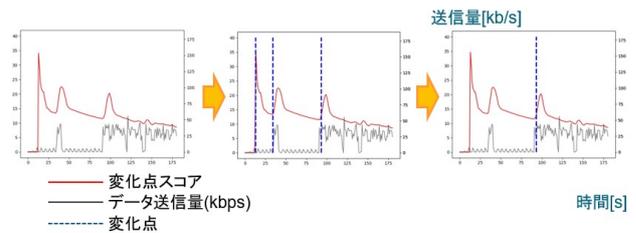


図2 変化点検知

Step3. 通信の始点・終点を推定

アドホックネットワーク通信における通信端末の役割は3種類ある。通信の始点となる送信端末、通信を中継する中継端末、通信の終点となる受信端末。各端末の(送信量-受信量)に注目すると、図3のように区別できる。これを利用し、各端末の(送信量-受信量)について Step2 の変化点検知を行い、変化点と判定された端末の変化点前後の比較から以下の4種類に分類する。

- その端末は送信端末として通信開始
- その端末は受信端末として通信開始
- その端末は送信端末として通信終了
- その端末は受信端末として通信終了

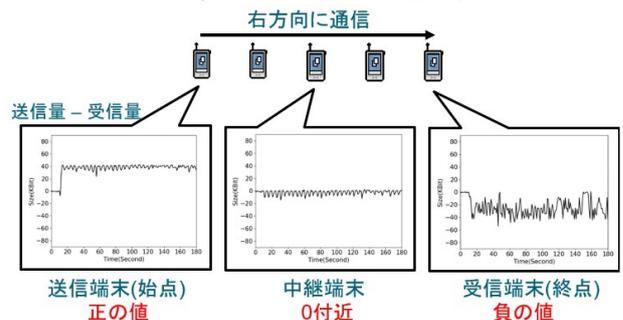


図3 送信量-受信量

A Study of Separation of Multiple Communication Paths in Wireless Network Operation Estimation

[†]Koyama Kiyoshi [‡]Kiyohara Ryoza [†]Terashima Yoshiaki

[†]Soka University Faculty of Science and Engineering

[‡]Kanagawa Institute of Technology Faculty of Informatics

Step4. 経路推定

最後にこれまでのステップで取得した情報を用いて通信経路の推定を行う。各変化点について図 4 に示した処理を行う。各変化点で、通信開始された場合は経路生成処理を、通信終了した場合は経路削除処理を行う。最後にその他の経路変化を推定するため、経路変化処理を行う。

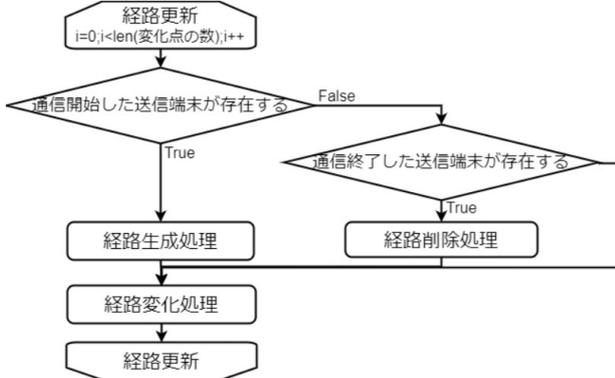


図 4 Step4 のフローチャート

3 実験

3.1 実験目的

本実験は、実装した提案手法をネットワークシミュレータ QualNet で作成した通信シナリオに適用し、提案手法の機能である 1. 複数通信経路の分離、2. 通信経路変化の追跡の精度を評価するために行う。

3.2 通信シナリオ

本実験に用いる通信シナリオの一部を図 5, 図 6 に示す。図 5 は、A → B, C → D の 2 つの通信を行う。図 6 は、A → B の 1 つの通信を行い時間経過により中央行の端末が右へ時速 4km/8km/12km で移動する。この他にも動的トポロジー/1 個通信の通信シナリオを 12 種類、動的トポロジー/2 個通信の通信シナリオを 3 種類用意した。また、それぞれ 5seed ずつ用意した。

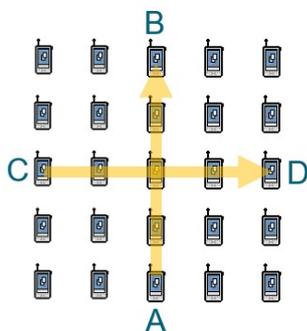


図 5 静的トポロジー/2 個通信の通信シナリオ

3.3 実験結果・考察

経路推定結果と実際に行われた通信経路とを比較し、以下の 3 項目を算出した。

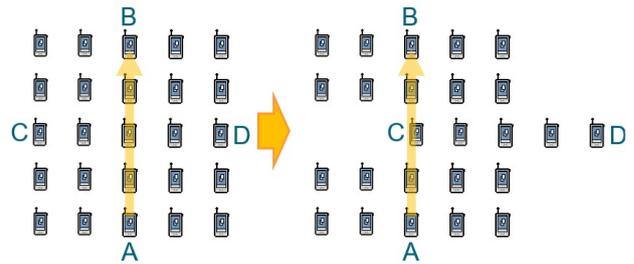


図 6 動的トポロジー/1 個通信の通信シナリオ

- ・ 正解時間割合 (通信経路が一致した時間割合)
- ・ 正解率 (経路切替時の推定成功率)
- ・ 平均時間誤差 (経路切替時刻の誤差の平均)

図 5 の通信シナリオで [静的トポロジー, 2 個通信] の実験を行い、機能 1. 複数通信経路の分離を評価した。正解時間割合、正解率は共に約 8 割、平均時間誤差は約 3 秒と十分な精度であった。図 6 を含む 15 種類の通信シナリオで [動的トポロジー, 単通信] の実験を行い、通信経路変化の追跡を評価した。正解時間割合、正解率は共に約 6 割、平均時間誤差は約 6 秒となり、基本的なアルゴリズムの有効性は確認できた。トポロジーごとに精度に大きな差が出たため、パラメータの個別調整や経路候補端末に優先度を付けるなど、アルゴリズムの改良が必要である。[動的トポロジー, 複数通信] の実験により機能 1, 2 を複合評価した。ほとんどのケースで誤推定が発生したため、中継端末がどの経路に属するかを判定する手法を新たに検討する必要がある。

4 まとめ

本研究では、通信端末が移動するアドホックネットワーク内で複数の通信が行われる状況で、通信端末のデータ送信量時系列の解析 (変化点検知や類似度比較) により、複数の通信経路の区別や通信経路の時間変化を推定する手法を提案した。実験により、提案手法の機能である 1. 複数通信経路の分離、2. 通信経路変化の追跡の精度を評価した。機能 1, 2 の単体評価を行う実験により、6 割以上の精度で経路推定できることが確認できた。しかし、移動を伴う複数通信の分離は推定精度が低かった。

参考文献

[1] 福岡 宏一, "データ送信量解析を用いたアドホックネットワークの動作推定手法の提案", 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM2019) シンポジウム, 2019 年 7 月
 [2] 山西健司, "データマイニングによる異常検知", 共立出版 2009 年 5 月