

# MANET の実証実験のためのリアルタイムなネットワークトポロジ可視化システムの開発 Development of Real-time System for Visualizing Network Topology in MANET Field Experiments

筒井 悠吏<sup>†</sup> 大田 知行<sup>†</sup> 角田 良明<sup>†</sup>  
Yuri Tsutsui Tomoyuki Ohta Yoshiaki Kakuda

## 1. はじめに

2013 年 4 月に開催されたひろしま菓子博において、Bluetooth MANET を用いた菓子評価情報の伝搬・収集システム（以下、菓子博システム）[1]の実証実験を実施した。菓子博システムは、菓子評価に関する口コミ情報を作成し、Android 端末を用いて徐々に収集・伝搬することで端末を持つユーザに対して評価情報を通知するシステムである。菓子博システムの実証実験において、Bluetooth MANET の性能評価や情報の蓄積伝搬のホップ数の評価などを行った。本研究では、菓子博システムのような MANET を用いたアプリケーションの開発を行う際のテストや、アプリケーションの実証実験をより効率的に行うため、端末の接続状況をリアルタイムに把握可能な可視化システムの開発を行う。

## 2. 菓子博システム

関連研究として、上記の菓子博システムについて説明する。菓子博システムは、ひろしま菓子博内で使用することを前提としており、菓子博参加者の持つ Android 端末内にインストールする必要がある。あるユーザが、菓子に関する口コミ情報をシステム内で作成、送信することで Bluetooth MANET の通信範囲内に存在する端末に対してリアルタイムに転送し、互いの情報を共有することが可能である。菓子博システムでは、各端末の接続性を向上させるため、遅延・切断耐性ネットワーク[2]を適用している。蓄積運搬型のデータ転送方式である Epidemic Routing[3]を用いているため、各端末は受信した情報を蓄積し、通信可能な端末へ転送を行うことで通信の接続性を向上させることができる。情報が蓄積された端末が移動し、新たに通信範囲内に端末が加わった場合、その端末に対しても情報が転送されるため、情報を拡散することができる。菓子博システムの口コミ情報を変更することで、他の展示会などのイベントで活用することも可能である。

## 3. 提案システムの設計

### 3.1 提案システムの概要

提案システムの概要を図 1 に示す。各端末には MANET を用いたアプリケーションと提案システムが実装されており、MANET を用いたアプリケーションは Bluetooth 通信、提案システムは Wi-Fi や 3G 回線を用いて通信を行うものとする。提案システムは、MANET を構成する Android 端末 A, B, C とログデータの管理を行うサーバ 1 台で構成されている。各端末はサーバに対し、提案システムを介してデータの送信とログデータの取得を行うこ

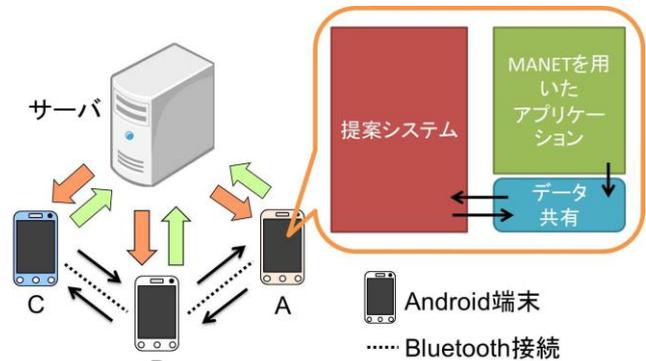


図 1 提案システムの概要

とが可能である。端末 A と端末 B が MANET を用いたアプリケーションを介して通信を行った際、提案システムにより自端末（端末 A）と隣接端末（端末 B）とのネットワークトポロジを可視化することが可能となる。また、サーバへ送信されたデータを、提案システムを実装している各端末から取得でき、全端末のネットワークトポロジをリアルタイムに確認することが可能である。データはサーバにも蓄積されているため、実証実験後のデータ解析に用いることができる。

### 3.2 提案システムの機能

提案システムと MANET を用いたアプリケーション間のデータ共有には、コンテンツプロバイダという機能を用いる。コンテンツプロバイダとは、アプリケーションごとに管理しているファイルやデータベースに保存されているデータへアクセスできる機能である。MANET を用いたアプリケーションにコンテンツプロバイダを実装することで、MANET を用いたアプリケーションと提案システム間でのデータ共有を可能にし、サーバへのデータ送信を実現している。本開発にコンテンツプロバイダを用いる理由として、様々な MANET を用いたアプリケーションにコンテンツプロバイダのフレームワークを提供することで、提案システムとのデータ共有が可能となるということが挙げられる。提案システムとサーバ間でもログデータのアップロードとダウンロードを行うが、本開発において転送手段として http 通信を利用する。

また、提案システムの主な機能として、以下の三つの機能の開発を行った。

- 各端末における隣接端末とのネットワークトポロジ可視化機能

MANET を用いたアプリケーションから、コンテンツプロバイダを介して提案システムに転送したデータを基に、提案システム内で自端末を中心として各端末とのネットワークトポロジ情報を表示する。

<sup>†</sup> 広島市立大学, Hiroshima City University

- **MANET を用いたアプリケーションと提案システムを実装した全端末のネットワークトポロジ可視化機能**

サーバに蓄積されているログデータを取得し、これを基に提案システム内で全端末のネットワークトポジ情報を表示する。

- **MANET を用いたアプリケーションと提案システムを実装した全端末への指示伝達機能**

提案システムから指示メッセージを作成することで、この指示メッセージは、サーバを介し、UDP 通信により提案システムを実装した全端末へ伝達可能である。

#### 4. 提案システムの開発

サーバには、各端末からアップロードされたデータがログデータとして蓄積されている。ログデータには MANET の接続切断情報と端末の位置情報、ルーティングに関する情報、MANET を用いたアプリケーション間でやり取りされた情報の三種類が存在する。提案システムでは、MANET の接続切断情報と端末の位置情報に関するログデータを利用する。このログデータの接続切断情報は、各端末が接続、切断されるたびに、端末の位置情報は、30 秒ごとにサーバへ転送される。ログデータは、通信を行った日時、自端末アドレス、接続、切断状態か位置情報かを判断する情報で構成されている。接続状態のログデータには接続している端末アドレス、切断状態のログデータには切断した端末アドレス、位置情報のログデータには位置情報プロバイダと緯度、経度情報が含まれる。

以下、二つの可視化機能でのログデータを取得した際の処理を示す。

- **各端末における隣接端末とのネットワークトポロジ可視化機能**

MANET を用いたアプリケーションから、コンテンツプロバイダを介して提案システムに転送した接続状態のログデータを読み取る。ログデータ内の接続している隣接端末アドレスを利用し、ネットワークトポロジ情報の表示を行う。

- **MANET を用いたアプリケーションと提案システムを実装した全端末のネットワークトポロジ可視化機能**

サーバに蓄積されている過去 5 分以内の各端末の接続状態のログデータから、自端末アドレスと接続端末アドレス、さらに緯度、経度情報を基に 30 秒ごとの端末情報とネットワークトポロジの表示を行う。

#### 5. 提案システムの動作確認

MANET を用いたアプリケーションを使用し、提案システムの動作確認を行った。その際の実験環境と動作結果を示す。

##### 5.1 実験環境

動作確認には、Android 端末を用いる。各 Android 端末には提案システムと MANET を用いたアプリケーション（以下、ロコミシステム）が実装されているものとする。ロコミシステムは、菓子博システムを大学祭向けに適用したもので、作成したロコミ情報を Android 端末を用いて

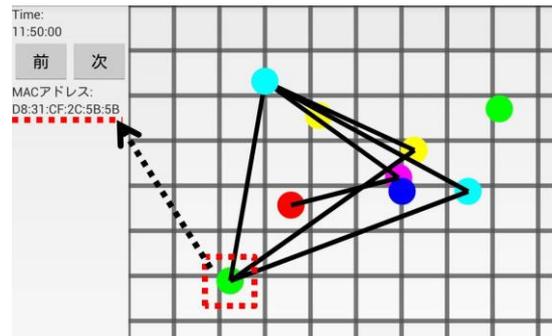


図 2 全端末のネットワークトポロジ

徐々に伝搬・収集することで、隣接端末に対して情報の通知を行うことができる。このロコミシステムのログデータに基づき、動作確認を行う。

##### 5.2 動作確認

ロコミシステムで通信を行った際の全端末のネットワークトポロジを、提案システムを用いて可視化したものを図 2 に示す。提案システムを実装した全端末を、データを取得した際の位置情報に基づき描画し、端末間のリンクにより接続端末を示している。提案システム画面上の端末をタップすることで、図 2 のように画面左側の表示領域に端末の MAC アドレスを表示し、端末の識別を行うことが可能である。これにより、提案システムを実装した全端末がリアルタイムにどの端末同士が接続されているかを確認することができる。

また、各端末における隣接端末とのネットワークトポロジ可視化機能と全端末への指示伝達機能に関しても、各端末において動作実験を行い、リアルタイムなトポロジ情報の表示と指示の作成、伝達が行えることを確認した。

#### 6. まとめ

MANET を用いたアプリケーションでの実証実験において、実験端末に提案システムを実装することにより、隣接端末情報や、全端末の位置情報、各端末のネットワークトポロジの状態をリアルタイムに把握することができる。提案システムを開発したことで、ネットワークトポロジの状態の可視化を実現したため、より効率的な MANET を用いたアプリケーションのテストと実証実験を行うことが可能となる。

##### 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 (24700073, 24300028)、及び、広島市立大学特定研究費の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

##### 参考文献

- [1] Y. Kitaura, Y. Tsutsui, *et al.*, "The assessment information acquisition and dissemination system based on delay and disruption tolerant MANETs for the Hiroshima national confectionery exposition," Proc. CANDAR'13, Sixth International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON2013), pp.476-479, Dec. 2013.
- [2] 柳生智彦, "遅延・切断耐性ネットワーク(DTN)とその応用への課題," 信学技報, IN2012-27, pp.19-24, Jun. 2012.
- [3] A. Vahdat and D. Becker, "Epidemic Routing for Partially-Connected Ad Hoc Networks," Duke Tech. Rep. CS-2000-06, Jul. 2000.