

商用 Android 端末間 D2D 通信アプリケーションの構築に関する一考察

小川 絢也^{†1} 生出 拓馬^{†2,†3} 阿部 亨^{†2,†4} 菅沼 拓夫^{†2,†4}

^{†1} 東北大学工学部情報知能システム総合学科 ^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科
^{†3} 日本学術振興会特別研究員 DC ^{†4} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

スマートフォンの普及と高機能化に伴い、サーバやクラウドを利用した、様々な IoT (Internet of Things) アプリケーションサービスが増加してきている。しかし、サービスを利用する際、利用者の集中的なアクセスにより、効率的なサービスの提供が困難になることが問題視されている [1]。そこで、サーバ等を設けず、必要なデータを端末間で直接流通する D2D (device-to-device) 型アプリケーションが注目されてきている。

しかし、実端末の利用を想定した従来の D2D 通信に関する研究では、OS をルート化する等の特別な処置を施すことを前提としており、一般的な商用端末を対象とした上記の IoT サービスへ直接的な適用は困難である。

本稿では、Wi-Fi Direct 用い、Android 端末上に実装した D2D 型通信基盤について述べる。また、その通信基盤上でチャットアプリケーションを試作し、適用可能性に関して議論する。

2 関連研究

Wi-Fi Direct を用いて実端末上で安定した通信を行うためには、Android OS のルート化等といった特別な処置が必要となる。従来研究の多くはルート化を施した上で通信時の安定性や電力効率の向上などを実現しているが、ルート化を前提とした取り組みはセキュリティ等の観点から避けるべきだという指摘もある [2]。

そこで、Felice らの研究 [3] では、端末をルート化せず、中継端末のスイッチングによるグループ間通信を実現している。しかし、通信の度に中継端末がグループを切り替えるため、大規模な環境ではパケット損失や遅延の発生が考えられる。

また、Casetti らの研究 [4,5] では Wi-Fi を併用したグループ間通信手法を提案し、動作確認として実際に 5 台の端末を用いた通信の検証が報告されている。ただし、少数のスマートフォンをテーブル

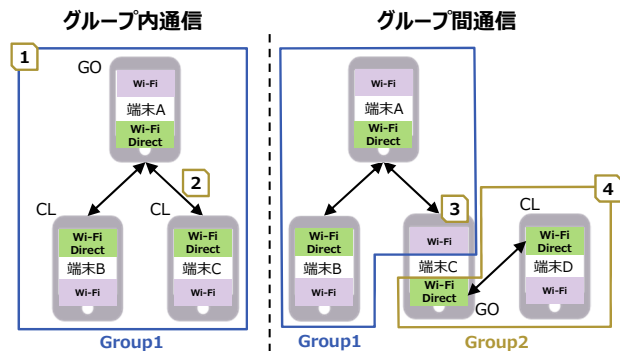


図 1: D2D ネットワークの構成 (左: グループ内通信, 右: グループ間通信)

に設置した静的環境での動作検証しかしておらず、スケーラビリティおよび動的環境下での通信は未検証である。

よって本稿では、文献 [4,5] を参考に、ルート化されていない商用 Android 端末上で D2D 通信アプリケーションを構築し、スケーラビリティおよび動的環境下においての動作検証を行う。

3 システム設計

本研究では、文献 [4,5] を参考に D2D 型通信基盤の構築を行う (図 1)。Wi-Fi Direct では、1 台の端末が GO (Group Owner) となり、GO に接続する CL (Client) とグループを形成する。GO は、Wi-Fi のアクセスポイントと同じ役割を担うため、Wi-Fi Direct 機能を備えていない端末でも、Wi-Fi を用いて接続が可能である。

Wi-Fi Direct の標準機能では、同一グループ内における GO-CL 間のシングルホップ通信を提供している。そこで、Wi-Fi Direct に加えて Wi-Fi を併用することでグループ間を中継し、複数グループ間でのマルチホップ通信を実現する。各端末でグループを確立する手順を以下に示す。

1. デバイス間で Wi-Fi Direct により Group1 を形成 (図 1 左)
2. GO の SSID 情報等をグループ内で共有
3. Group1 内の CL1 台が接続のインターフェイスを Wi-Fi に変更し Group1 の GO に再接続 (図 1 右)
4. 手順 3 の端末が新たな Group2 の GO となり P2P 通信を確立

A Study on Implementation of D2D Application with Commercial Android Devices

Junya OGAWA^{†1}, Takuma OIDE^{†2,†3}, Toru ABE^{†2,†4}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†4}

^{†1}Department of Information and Intelligent System, School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†3}Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science

^{†4}Cyberscience Center, Tohoku University

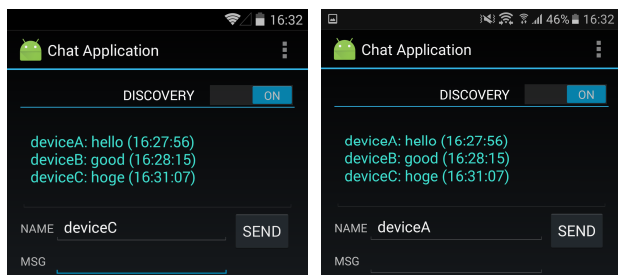


図 2: チャット画面の様子

Wi-Fi と Wi-Fi Direct の各通信インターフェイスは、異なる MAC アドレスおよび IP アドレスを同一端末内で有することが可能である。また、併用にはルート化を必要としない。各グループの GO は全て同じ IP アドレスになるが、各ノード間で IP アドレスと MAC アドレスの紐づけ情報をリスト化し共有することでデータの宛先端末を決定する。

4 初期実験

4.1 実装

初期実験として動的な環境下における Wi-Fi Direct を用いた通信確認を行うため、Android 端末上で動作する D2D 型通信基盤を実装した。本基盤は 3 章の手順 2 までの機能を実装しており、任意の Android 端末間で GO を介したグループ内通信が可能である。なお、Wi-Fi Direct を使用するため、Android はバージョン 4.0 以上である必要がある。

また、動作確認にあたって簡易的なチャットアプリケーションを試作した。本アプリケーションでは、端末の画面上で投稿者名とメッセージを入力することで、D2D ネットワーク内の全端末にメッセージを送信できる。

4.2 動的な環境下におけるグループ内通信実験

本基盤を実装した 8 台の Android 端末 (4 台の Nexus 5, 3 台の ZenFone 3, 1 台の Galaxy S6) を使用し Wi-Fi Direct を用いた通信確認を行った。端末を手に持った状態で知人同士が 1 ヶ所に集合した静的な環境と、他人同士が周辺を無作為に動き回る動的な環境を想定して実験を実施し、いずれの場合でも通信を確立してアプリケーションが正常に動作することを確認できた (図 2)。しかし、あらかじめ能動的に GO に設定した端末を用意した場合と、GO の選出に Wi-Fi Direct の端末間交渉機能を利用した場合で通信の安定性に大きな違いがでた。具体的には、GO を設定した場合には端末同士の接続と通信が安定的に行えたのに対して、GO を設定しなかった場合には接続に時間を要し、通信成功率も 4 割程度となった。

4.3 考察

実験より、端末同士の接続の確立と通信の安定性には端末の移動性はそれほど影響を与えないことが分かった。また、GO をグループ内であらかじめ設定していない状況においては安定性が著しく損なわ

れることを確認した。加えて、Wi-Fi Direct では、初めて遭遇した端末と通信を開始する際、端末利用者の画面タップによる認証が必要となる。そのため、不特定多数とのすれ違い通信による即時的な情報共有等の用途には不向きである。

以上から、Wi-Fi Direct を用いた D2D 型アプリケーションでは、利用者からの D2D ネットワークへの参加同意が必要であり、あらかじめ利用者間で GO の選出が可能なサービス形態である必要があることが分かる。具体的なユースケースとしては、商店街や観光地といった特定の地理範囲に限定した口コミ等の共有サービスが考えられる。想定として、利用者は情報を共有したい地域に到着後に他者から届く参加通知に同意してネットワークに参加し、以降その範囲に限定した口コミや観光情報について即時的に共有する。初期 GO としてその地域の管理者やサービスの担当者の端末を設定しておくことで、端末間接続とグループ内通信の安定性を保つ。

5 おわりに

本稿では、ルート化されていない商用 Android スマートフォンを用いて Wi-Fi Direct による D2D 通信基盤の構築およびアプリケーションを試作した。また、実端末を用いた初期実験を通して D2D 通信の安定性について検証し、適用可能なユースケースについて考察した。

今後の予定として、基盤上に 3 章の手順 3 以降の機能を実装し、同様に動的な環境下におけるグループ間通信の検証を行う。その後、GO を設定しない環境における端末間接続と通信の安定化を図り、動画等のストリーミングデータの共有が可能な通信基盤の構築を目指す。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15J09912 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 田中裕之ほか：IoT 時代を拓くエッジコンピューティングの研究開発, NTT 技術ジャーナル, Vol. 27, No. 8, pp. 59–63 (2015).
- [2] Shao, Y., et al.: RootGuard: Protecting Rooted Android Phones, *Computer*, Vol. 47, No. 6, pp. 32–40 (2014).
- [3] Felice, D., et al.: The Emergency Direct Mobile App: Safety Message Dissemination over a Multi-Group Network of Smartphones Using Wi-Fi Direct, *Proc. MobiWac'16*, pp. 99–106 (2016).
- [4] Casetti, C., et al.: A Demonstration for Content Delivery on Wi-Fi Direct Enabled Devices, *Proc. 16th WoWMoM'15*, pp. 1–2 (2015).
- [5] Casetti, C., et al.: Content-centric Routing in Wi-Fi Direct Multi-group Networks, *Proc. 16th WoWMoM'15*, pp. 1–9 (2015).