

ネットワーク機能の異なった端末が混在する アドホックネットワークの SDN 型制御方式の一検討

数田 直之^{†1} 生出 真人^{†2} 和泉 諭^{†2} 阿部 亨^{†2,†3} 菅沼 拓夫^{†2,†3}

^{†1} 東北大学工学部電気情報理工学科 ^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

スマートフォンなどのデバイス同士が基地局を介さずに直接通信する無線アドホックネットワークは、モバイル回線への負荷の軽減に有用であると期待されている。無線アドホックネットワークでは有線接続のような安定した高速な回線を利用出来ないため、Software Defined Network (SDN) を利用することで、限られたネットワークリソースを有効活用する試みがある。しかし、通常のスマートフォンの機能ではアドホックモードにおける同時通信の干渉の回避が困難であり、付近のネットワークノード（ノード）との通信の干渉によって高いネットワークの性能を引き出すのが困難になる [2]。

そこで本研究では、複数無線 LAN I/F を持つネットワーク機能が低いノードを混在させるアプローチを取る。これによりノード同士の通信の干渉を抑えて、効率的な通信を行うためのネットワーク制御手法を提案する。本稿では、単純な構造のネットワークで、ネットワーク機能が低いノードが干渉を低減させることを確認する。

2 関連研究と課題

関連研究 [1] は、スマートフォンなどの Device to Device(D2D) ネットワークの SDN 型制御に関する研究である。この研究では、デバイス同士が直接通信する他に、LTE 等の基地局を介した通信を利用してネットワークを制御している。このような制御手法を用いることで、通信のオーバーヘッドが小さく、収束時間の短い D2D ネットワークが構成可能であると示されている。

関連研究 [2] では、SDN 型無線ネットワークを実際のスマートフォン上に実装し、性能の評価を行っている。実験結果から、ビデオストリーミングを利用する際のパケットの損失が無視出来ないものとなっている。無線ネットワークの SDN 型制御においてホップ数の増加がネットワークの性能に大きな影響を与えることは、関連研究 [3] におけるシミュレーション実験の結果からもわかる。

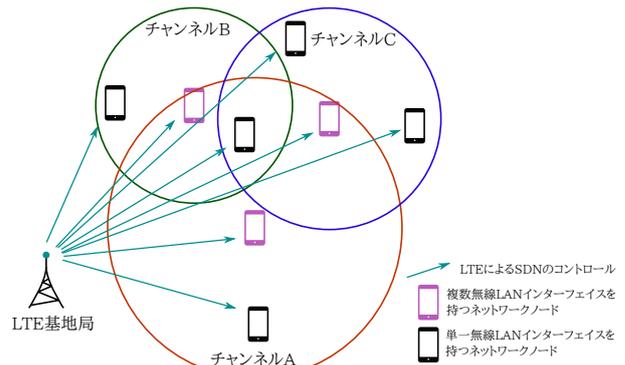


図 1: 提案システムの概要

このように、既存研究では、ネットワークの性能の低下が生じる課題がある。これは、利用するノードに無線 LAN I/F が 1 つしかないことが原因である。そのため、他のノードと送受信を同時に行うことができず、ネットワークの性能の低下が生じる。さらに、1 つの無線 LAN I/F では同時に別のチャンネルを利用出来ないため、ネットワーク全体が 1 つのチャンネルのみを使用する。無線 LAN 通信は多くの場合、アクセスポイントが全体を管理して干渉を低減させる。しかし、全体を管理するノードがないアドホックモードでは、同一チャンネルの利用による通信の干渉はネットワークの性能に大きな影響を与える。

3 提案

前章で述べた課題を解決するため、本研究ではネットワーク機能の異なった端末を混在させたアドホックネットワークの SDN 型制御手法を提案する。具体的には、SDN を用いてアドホックネットワークを構成し、ノードが複数のチャンネルを同時に使用するアドホックネットワークの構成手法を提案する（図 1）。これにより、アドホックネットワークの性能低下の原因となっている通信の干渉を軽減する。

3.1 複数の無線 LAN インターフェイスの活用

多くの無線 LAN I/F は 1 つで同時に送受信を行うことはできない。同時に 2 つの無線 LAN I/F を利用することでこれが可能となるが、無線 LAN I/F の距離が近いために同じチャンネルを利用した

A Study on SDN-based Control of Ad-hoc Network with Devices having Heterogeneous Network Functions

Naoyuki KAZUTA^{†1}, Makoto OIDE^{†2}, Satoru IZUMI^{†2}, Toru ABE^{†2,†3}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†3}

^{†1}Department of Electrical, Information and Physics Engineering, Tohoku University

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

^{†3}Cyberscience Center, Tohoku University

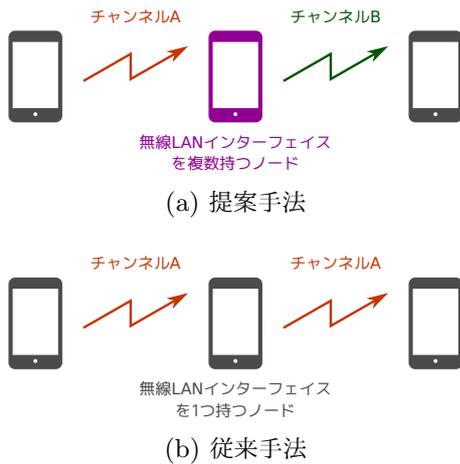


図 2: 実験のネットワークノード配置

通信は干渉する。効率的な通信のためには、異なるチャンネルで通信する複数の無線 LAN I/F が必要である。そのため、スマートフォンに既存の無線 LAN I/F に加えて USB 接続するなどして複数無線 LAN I/F を持つノードを作成する。

しかしこのようなノードは高価になるため、大量に準備するのは難しい。そこで、一部のノードのみに複数の無線 LAN I/F をもたせ、残りのノードは単一の無線 LAN I/F を使うことでコストを削減する。

3.2 SDN 型のネットワーク制御

アドホックネットワークのような複数の経路が考えられるネットワークにおいては、負荷分散による効率的なネットワークリソースの利用のために SDN 型のネットワーク制御が有効である。

コントローラによる集中管理が可能で各ノードを個別に設定する必要がないため、その地域の法律や利用場所の環境に応じた電波の利用の設定も容易になる。例えば 5GHz 帯の多くのチャンネルの利用は、屋外での利用が制限される場合や出力の制御が必要である場合が多い。SDN 型の制御には、利用場所や法律に合わせて、出力やチャンネルをコントローラから一度に設定できるという利点がある。

ネットワーク機能が異なるノードが混在するアドホックネットワークを効率的に構築するために、コントローラは必要に応じて高機能なノードがパケットを転送する制御を行う。高性能なノードに周囲で使用頻度の低いチャンネルを利用して転送させることで干渉を少なくする。

4 実験

性能の評価実験にはネットワークシミュレータである Scenargie [4] を利用する。Scenargie は無線通信の高品質なシミュレーションが可能なシミュレータであり、電波の干渉などの影響の正確なシミュレーションが期待できる。

自動的な経路制御の実装前に、複数のチャンネル

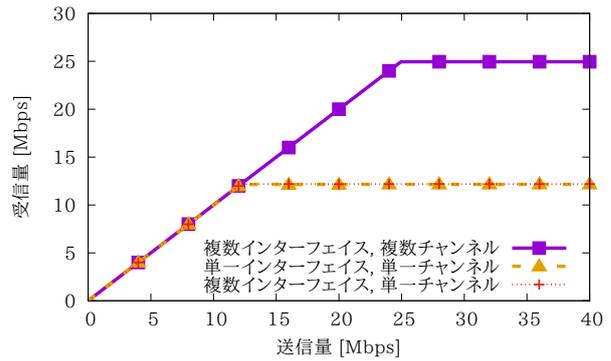


図 3: 実験結果

を利用することによってネットワークの性能が向上することを確認する実験を行った。実験では、ノードを図 2 のように配置し、左端から全体にデータをブロードキャストした。複数のチャンネルを同時に使用する図 2(a) と単一の無線 LAN I/F を利用する図 2(b)、複数の無線 LAN I/F を持つが単一のチャンネルを利用する場合で比較を行った。

実験の結果を図 3 に示す。単一の I/F を利用した場合、受信量が早い段階で頭打ちとなった。複数の I/F を利用した場合送受信が同時に行えるようになったが、改善が見られなかった。これは同一チャンネルで干渉が起きているためと考えられる。複数の I/F で複数チャンネルを利用した場合は最大でおおよそ 2 倍の性能を発揮することを確認した。

5 おわりに

本稿では、SDN を用いてアドホックネットワークを構成し、デバイスが複数のチャンネルを同時に使用するアドホックネットワークを提案し、シミュレータによる通信の干渉のシミュレーションを行った。実験により、ネットワークの性能が干渉によって低下することが確かめられた。また、無線ネットワークインターフェイスを複数持つノードがこの問題を解消できる可能性を示した。今後はシミュレータへのコントローラの実装と、これを利用したネットワークの制御方法の性能の検証を行う。

参考文献

- [1] Jayadi, R., et al.: Low-Overhead Multihop Device-to-Device Communications in Software Defined Wireless Networks, ICSIIT, pp.144-149 (2017).
- [2] Jinno, K., et al.: Implementation of D2D Wireless Network Control Based on SDN, 平成 28 年度 電気関係学会東北支部連合大会, 1A18 (2016).
- [3] Labraoui, M., et al.: Software Defined Networking-assisted routing in wireless mesh networks, IWCMC, pp.377-382 (2016).
- [4] Space-Time Engineering: Scenargie, <https://www.spacetime-eng.com/>