

# 端末間無線通信を用いた多端末間コンテンツ共有ネットワークの構築

武田 悠暉†

山本 修平‡

西出 亮†

高田 秀志†

† 立命館大学情報理工学部

‡ 立命館大学大学院情報理工学研究科

## 1 はじめに

近年、スマートフォンやタブレット端末などの携帯端末の普及が進み、これらの端末を利用して情報の共有を行う機会が増加している。例えば、ゼミや会議では、資料などのコンテンツを複数人の参加者に配布するといった場面があり、このような場面では多端末間で情報の共有が行われる。多端末間でコンテンツを共有する手段として、インターネット環境を用いる方法や、記憶媒体を用いる方法があるが、通信速度の低下や共有のための操作が煩雑になるなどの点から、コンテンツ共有を多端末で行うには適していない。

そこで本研究では、多端末間で送信先を指定してコンテンツの共有が可能な、無線通信によるマルチホップネットワークを提案する。対象とする端末はiOS 端末とし、端末間の接続には Multipeer Connectivity フレームワークを用いる。本稿ではネットワークの構築手法について述べた上で、多端末が存在する環境でネットワークの性能を評価した結果を示す。

## 2 端末間のコンテンツ共有

### 2.1 関連研究

端末間の無線通信によるコンテンツ共有の手法として、端末がコンテンツを受信したとき、それを周辺の端末に転送することでコンテンツを伝搬するような手法がある。例として、Android 端末の Wi-Fi Direct を用いる方法 [1] では、ショッピングモールやスタジアムなどで、より多くの端末で情報を共有することを実現している。しかし、このような方法は、情報を広く配布することを目的としているため、送信先を指定してコンテンツ共有を行うことは想定していない。

また、特別な機器を用意することによってコンテンツの共有を行う手法も提案されている。その例として、ローカルクラウドストレージ [2] やポータブルクラウド [3] といったものがある。これらの手法では、携帯端末以外にも特別な機器を必要とする。

以上を踏まえ、本研究では、特別な機器を用いずに送信先端末を指定可能なコンテンツ共有ネットワークの構築を検討する。

### 2.2 Multipeer Connectivity フレームワーク

本研究では、対象とする端末を iOS 端末とし、端末間の接続には Multipeer Connectivity フレームワークを用いる。このフレームワークでは、アクセスポイントを経由する Wi-Fi 通信、端末間のアドホック接続による Wi-Fi または Bluetooth 通信のいずれかを利用して、近距離にある iOS 端末の P2P 通信を実現する。どの方式で通信を行うかは、端末本体の設定に依存する。

端末同士で接続するために、他端末を探索し、招待する Browsing と、自端末の存在を広告する Advertise

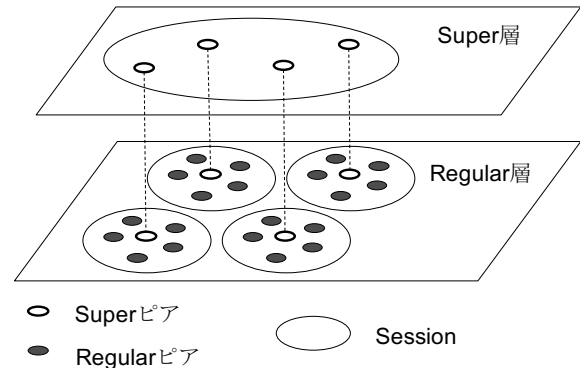


図1: ネットワークの概要

の2つの動作がある。Advertiseを行う端末を Browsingを行う端末が発見することによって、それぞれの端末が接続される。また、Browsing と Advertise は同時に行うことが可能である。

ここで、ネットワークの構築にあたって重要となるフレームワークの特徴について述べる。参加する端末は Session という単位で管理される。一つの Session に接続できる端末の数は8台までという制約がある。一つの端末が同時に複数の Session を持つことも可能である。Session 内では送信先を指定し、コンテンツを送信する。

## 3 端末間ネットワークの構築

### 3.1 ネットワーク概要

多端末間でのコンテンツ共有を行うには、Multipeer Connectivity フレームワークの接続上限の制約を超える端末間での通信を行う必要がある。構築するネットワークは、図1に示すように、Super層とRegular層の2つの層に分かれている。それぞれの層には、相互に通信が可能な端末が属している Session が存在する。Regular層に属している Session には、他の Session との通信を担う端末がそれぞれ一台ずつ存在し、それらの端末は Super層に属する Session にも属している。これによって、全ての端末が、Regular層の異なる Session に属する端末に対しても、Super層の Session を経由して通信を行うことを実現する。

以降、Super層の Session に属する端末を Super ピア、それ以外の端末を Regular ピアと呼ぶ。

### 3.2 ネットワーク構築

アプリケーションを起動した端末がネットワークを構築する動作について述べる。Session に属する端末数の上限は、Super層、Regular層のそれぞれに対して2台から8台の間で設定する。ネットワークの構築のために、それぞれの端末は以下の手順で動作する。

1. アプリケーションの起動と同時に他端末の探索と自端末の広告を開始する。

Content Sharing Network among Multiple Nearby Devices by Using Wireless Communication

†Yuki Takeda ‡Syuhei Yamamoto †Ryo Nishide †Hideyuki Takada

†School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

‡Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

2. 他端末を発見するか、他端末から招待を受けた場合、接続処理を行う。このとき、Super ピアの数が増え、Super 層の Session の上限に達していなければ、自端末を Super ピアとする。また、Super ピアから招待を受けた場合は自端末を Regular ピアと設定し、接続処理を行った後、探索、広告を終了する。
3. Super ピアの数が増え、Super 層の上限に達した場合、Super ピアは Super 層に対応する Session の探索、広告を終了する。また、新たに Regular 層に対応する Session を作成し、他端末の探索を開始する。
4. Regular 層の Session の端末数の上限に達すると、Super ピアは他端末の探索を終了する。

また、送信先の端末を指定してコンテンツを送信できるようにするためには、各端末がネットワークに属する端末の情報を持つ必要がある。新しい端末がネットワークに加わった場合、その端末名をネットワーク全体で共有する。

### 3.3 コンテンツ共有の流れ

端末間でコンテンツを共有するときの流れについて述べる。まず、ユーザはアプリケーション上で提示されるネットワーク上の端末名のリストから送信先を指定し、続いて、送信するコンテンツを決定する。指定された送信先が同じ Session に属している場合には、その端末に直接コンテンツを送信する。また、指定された送信先が異なる Session に属している場合には、Super ピアを経由することによってコンテンツの送信を行う。

例として、ある Regular ピアからネットワーク上の全ての端末に送信するときの流れを述べる。始めに、コンテンツを送信する Regular ピアは、属している Session の全ての端末に対してコンテンツの送信を行う。次に、その Session の Super ピアは Super 層に対応する Session に属する全ての端末に対して受け取ったコンテンツを送信する。そのコンテンツを受け取った Super ピアは、配下の Regular ピアに対して送信を行う。これによってネットワーク上の全ての端末に対してコンテンツの送信が行われる。

## 4 評価実験

### 4.1 実験目的

端末間でコンテンツ共有を行う上で、通信速度は必要不可欠な要素である。この実験では、多端末が参加する環境でコンテンツ共有に要する時間を明らかにし、ネットワークの性能を評価することを目的としている。

### 4.2 実験方法

実験は屋内で行い、机上に iOS 端末を並べ、それぞれの端末が互いに通信できる環境を用意した。今回の評価実験では、端末の機種による違いは考慮していない。参加する端末の数は 16 台とし、Super 層と Regular 層の Session の上限はそれぞれ 4 台に設定している。通信方式には Wi-Fi のアドホック通信を用い、送信するデータは 10MB の ptx ファイルである。ある Regular ピア 1 台からネットワーク全体の端末に対してコンテンツの共有を行い、コンテンツを受けとった端末数の時間経過を、全ての端末にコンテンツが共有されるまで観測する。

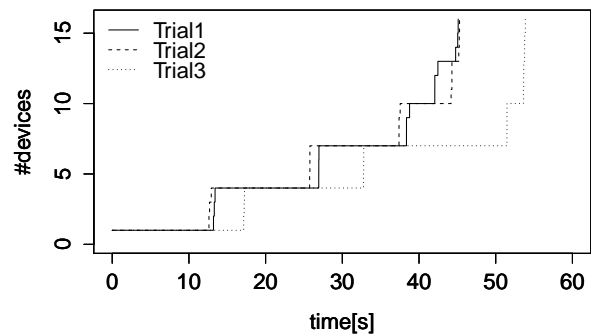


図 2: 受信端末数の時間経過

### 4.3 結果

図 2 にコンテンツを受け取った端末数の時間経過について、3 試行分を示す。全ての端末への配布に要した時間は試行 1、試行 2、試行 3 で、それぞれ 45.1 秒、44.3 秒、53.8 秒となった。いずれの試行においても、受信端末数の変化に同様の傾向が見られた。送信開始 12 秒から 18 秒でおおよそ同時に同じ Session に属する 3 台が受信している。また、26 秒から 33 秒においても、同 Session の 3 台がおおよそ同時に受信している。さらに、37 秒から 55 秒で残りの端末への配信がそれぞれの Session で行われている。試行 3 は、試行 1、2 と比較して端末全体のコンテンツの受信に 10 秒程度の遅れが生じているが、その原因としては、他の機器からの電波干渉が発生していたからであると考えられる。

## 5 おわりに

本稿では同一場所にある多端末間において、階層的なマルチホップネットワークを用いてコンテンツ共有を行う手法を提案した。また、今回の評価実験の環境において、Multipeer Connectivity フレームワークの接続上限を超えて多端末間で通信が可能になることを示し、コンテンツの共有に要した時間について述べた。今後は、端末の途中離脱ができるようにアルゴリズムの改良に取り組む。

### 参考文献

- [1] Jung, Woo-Sung, Hyochun Ahn, and Young-Bae Ko. "Designing content-centric multi-hop networking over Wi-Fi Direct on smartphones." Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2014 IEEE. IEEE, 2014.
- [2] Arakawa, Yutaka, et al. "Local Cloud Storage: Temporal Local File Sharing with Previously Paired Wireless Memories and Cross-Layer Simultaneous Data Transmission Mechanism." Computer and Information Technology (CIT), 2012 IEEE 12th International Conference on. IEEE, 2012.
- [3] Yamanoue, Takashi, et al. "Portable Cloud Computing System: A System which Makes Everywhere an ICT Enhanced Classroom." Proceedings of the 2014 ACM SIGUCCS Annual Conference on User Services Conference. ACM, 2014.