

# サーバ機能付き Wi-Fi AP を利用した ファイル共有方法の提案と実装

本橋 史帆<sup>1</sup> 高井 峰生<sup>1,2</sup> 黒崎 裕子<sup>1</sup> 小口 正人<sup>1</sup>

概要：近年、モバイル端末の普及やカメラ機能の向上、ネットワーク環境の発達に伴い、多くのモバイル端末ユーザが、旅行先やイベント会場などで写真や動画を撮影し、その場で、友人間またはイベント参加者間で共有し合いたいといった場面が多く見られるようになった。現在利用されている共有方法として、E-Mail のようなメッセージにファイルを添付する方法、Bluetooth 等を利用し端末間で直接接続する方法等が挙げられる。しかし、これらの方法には距離的制限、データサイズの制約や共有相手の制限がある。そのため、共有相手が非限定的、かつ、ネットワーク環境があればいつでもどこでも利用できるという利点を持つ、SNS サイトや写真共有サイトを介してファイルを共有する方法が主流となっている。一方で、この方法にも、バックホール回線の太さや輻輳などといった有線ネットワーク環境に通信時間が大きく左右される点、扱うデータ量が大きくなると通信時間が長くなり利便性が低下する点が問題となる。そこで、本研究では、近年の無線通信品質の向上に着目し、サーバ機能を備えた Wi-Fi AP を利用したファイル共有方法を提案し、その評価を行う。

## A Proposal and an Implementation of a File Sharing System via Wi-Fi AP with Server Function

SHIHO MOTOHASHI<sup>1</sup> MINEO TAKAI<sup>1,2</sup> YUKO KUROSAKI<sup>1</sup> MASATO OGUCHI<sup>1</sup>

### 1. はじめに

近年、モバイル端末の普及やカメラ機能の向上、ネットワーク環境の発達に伴い、多くのモバイル端末ユーザが、旅行先やイベント会場などで写真や動画を撮影し、その場で、撮影した画像や動画ファイルを友人間またはイベント参加者間で共有し合いたいといった場面が多く見られるようになった。現在利用されている共有方法として主に、E-Mail のようなメッセージにファイルを添付する第 1 の方法、Bluetooth 等を利用し端末間で直接接続する第 2 の方法、SNS サイトや写真共有サイトを介する第 3 の方法が挙げられる。しかし、距離的な制限、データサイズの制約や共有相手の制限等から、共有相手が非限定的、かつ、ネットワーク環境があればいつでもどこでも利用できる

という利点を持つ、第 3 のファイル共有方法が主流となっている。さらに、無線通信品質の向上に伴い、通信スピードが格段に速くなったことやデータ通信料が抑えられることから、無線 LAN を利用してサイトにアクセスする人が多く見られる。一方で、この方法にも、無線 LAN AP の先のバックホール回線の太さや輻輳などといった有線ネットワーク環境に通信速度が大きく左右され、データ量が大きくなると通信時間が長くなり利便性が低下するという問題点が挙げられる。そこで、本研究では、通信量・通信時間を考慮したファイル共有方法を提案する。

無線 LAN の電波到達距離は Wi-Fi AP から数十 m～数百 m 程度であり、本提案方法は近距離ユーザのみ利用可能といえる。広範囲にわたって無線 LAN エリアを提供するには複数の AP を設置する必要があるが、通常、この AP 間の接続には、有線ネットワークが敷かれるため、柔軟性や拡張性が乏しくなってしまうという欠点があった。この問題を解決するため、AP 間を無線通信で接続する、無線メッシュネットワークが注目されている。本研究ではさら

<sup>1</sup> お茶の水女子大学  
〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

<sup>2</sup> UCLA  
3532 Boelter Hall, Los Angeles, CA 90095-1596, USA

に、本提案方法を無線メッシュネットワークとともに利用することで、AP 備え付けのサーバにアップロードされたファイルをマルチホップで近接している他の AP へ伝達し、遠距離にいるユーザとの共有を可能にする。この場合、AP 間におけるマルチホップによる伝送遅延が生じるが、有線ネットワークが劣悪な場合や切断時にもサービス提供が可能であり、有効である。

そこで本稿では、シミュレーション結果との比較評価を行い、本提案方法の有効性を示すため、実機実験を行う。

## 2. ファイルシステム

本研究で行う画像や動画などといったファイル共有に際し、現在広く利用されているファイルシステムとして、NFS(Network File System)[1] が挙げられる。さらに、この NFS プロトコルをベースとした、PFS(Personal File System)[2] や ONFS(Offhand Network File System)[3] といったファイルシステムが研究されている。以下に各システムの特徴を示す。

### 2.1 NFS

NFS は Sun Microsystems 社が開発したファイルシステムであり、異なる計算機間でのファイル共有を目的として、クライアント・サーバモデルに基づいて設計されている。NFS プロトコルは Unix 系 OS 環境で標準化されており、単純かつプロトコル仕様が公開されていることから、広く普及している。

### 2.2 PFS

PFS は NFS プロトコルを利用した、モバイル端末の利用環境で生じる通信路の極端な変化に対応可能としたファイルシステムである。クライアントにキャッシュディスクを用意し、ユーザの意思や通信路の状態に応じて自動的にキャッシュ更新アルゴリズムを切り替えることにより、ファイルの一貫性保持の確実性とそれに必要な通信量を変化させ、さまざまな通信環境に動的に適応した高速なファイルアクセスをユーザに提供することを可能とする。

### 2.3 ONFS

ONFS は会議のような不特定多数の人々が集まる場において、一時的なネットワーク環境で即座に透過的なファイル共有を実現させるために提案された。一時的なネットワーク環境下では、計算機の接続と切り離しが頻発し、構成ユーザがその場によって異なるため、NFS をベースに、サーバの探索、ユーザ管理とユーザ単位でのアクセス制御、切断時の対応処理の機能を実装したファイルシステムである。ONFS を利用することで、ユーザは計算機をネットワークに接続するだけで即座にファイル共有を実現できる。

## 3. ファイル画像/動画共有方法

### 3.1 従来方法

現在、広く利用されている従来の共有方法として、撮影者がインターネットを介して Web 上のサーバに写真や動画ファイルをアップロードして、諸々の方法で共有者へ URL を伝達し、共有者は各自、同一サーバに接続してこれをダウンロードするといった方法が挙げられる。写真や動画の場合、データサイズが非常に大きいため、モバイル端末ユーザは図 1 のように近くに存在する Wi-Fi AP に接続し、AP と有線リンクで接続されるインターネット越しのサーバへアクセスすることが多い。

この場合、AP とサーバは有線リンクで接続されているため、有線ネットワーク環境が良い時は非常に快適な通信ができるのに対し、有線回線が細かったり、輻輳による有線遅延が大きい劣悪な環境下では通信時間が長くなり、ユーザが不快感を覚えてしまうという問題点が挙げられる。

### 3.2 既存研究

近年、無線通信環境の通信品質が向上したことにより、Wi-Fi を介して大容量データが送受信されるようになった。一方で、ネットワークトラヒックの急増による、バックホール回線のトラヒック混雑と遅延が問題視されている。この問題に対し、ネットワーク事業者は設備増強を続けてはいるが、設備増強に制約があるケースもあり、全てを増強により対応することは難しい。これらの課題に対し、解決策の一つとして CDN(Contents Delivery Network) が注目されており、今後の更なる活用が期待されている [4]。

他にも、モバイル通信を利用した場合のコンテンツアップロード/ダウンロード時間や応答速度を高速化するため、基地局自身をキャッシュサーバ化する「Liquid Applications」という技術が提案されている。これにより、あるユーザがコンテンツをダウンロードした場合、その最新のコンテンツがキャッシュサーバに貯まるため、コンテンツの伝送遅延を解消できる。基地局より先は無線区間に入るため、基地局にサーバ機能を備えることで、ユーザに近い位置にキャッシュサーバを置くことができ、非常に効果的である [5]。

### 3.3 提案方法

本研究では、無線 LAN を利用したファイル共有方法に着目しているため、Wi-Fi AP のバックホール回線のネットワーク環境に左右されないファイル共有方法として、図 2 のように AP にサーバ機能を備え、これを利用したファイル共有方法を提案する。具体的には、撮影者が近くの Wi-Fi AP に接続し、備え付けのサーバに撮影した写真や動画をアップロードする。共有者は同じ AP に接続すると、備え付けのサーバからダウンロードすることが可能とな

る、というシステムである。また、AP 備え付けのサーバにアップロードされたファイルは非同期的にインターネット上の Web サーバへとアップロードさせるよう設定する。これにより、ユーザは AP の接続範囲外に出た場合でも従来方法を利用してダウンロードすることが可能である。

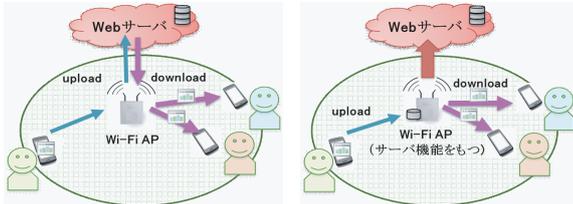


図 1 従来の共有方法

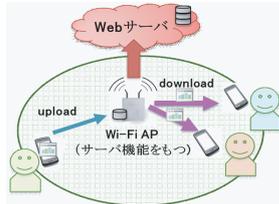


図 2 提案方法

## 4. 先行研究

### 4.1 シミュレーション実験概要

従来方法と本提案方法をネットワークシミュレータ Scenargie[6] を用いて評価した [7].

近距離に 2 人のユーザがいる状況を想定し、ファイルをユーザ 1 からサーバへアップロード/ユーザ 2 がサーバからダウンロードする際の通信時間の合計をファイル共有時間として測定する。従来方法は、Wi-Fi AP を介して有線リンクで接続されているインターネット上のサーバを利用するものとし、提案手法は、Wi-Fi AP のサーバへアップロードしここで折り返してダウンロードする。ここで、従来方法における有線リンクに発生する遅延は、実在する様々な写真共有サイトに 100 回 ping を飛ばして得た実測 RTT 平均値のヒストグラム、図 3 から代表的な値を抽出し、15ms, 175ms, 245ms と設定した。また、有線リンクの帯域幅は 1Mbps, 10Mbps, 100Mbps とした。

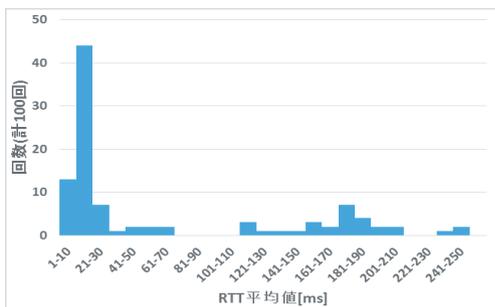


図 3 ping 結果

本実験の設定パラメータを表 1 に示す。

表 1 シミュレーション実験設定

共通設定	シミュレータ	Scenargie ver1.8
	無線規格	IEEE802.11n
	TCP モデル	CUBIC
	ユーザ ↔ AP 間距離	5m

## 4.2 シミュレーション結果

図 4 に有線リンクの片道遅延を 7.5ms とし、データサイズを 5,10,50,100MB と変化させた場合の有線リンクの帯域幅別のファイル共有時間のグラフを示す。提案方法と従来方法 (帯域幅 100Mbps の場合) のファイル共有時間のグラフが重なっている。また、扱うデータサイズが 5MB, 10MB のとき、従来方法 (帯域幅 10Mbps の場合) のグラフも、これらと重なっている。

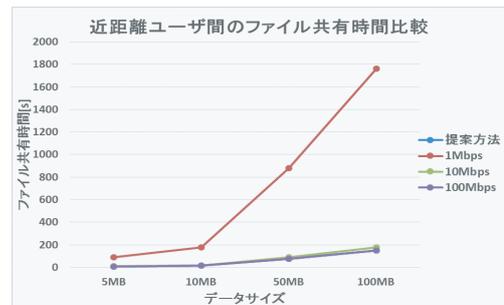


図 4 ファイル共有時間評価

このグラフから、提案方法を用いると、有線リンクの帯域幅 100Mbps の場合とほぼ同じ時間で処理が完了することがわかる。また、有線リンクの帯域幅が 1, 10Mbps の場合、扱うデータサイズが大きくなるにつれ、ファイル共有時間の差が大きくなることから、扱うデータサイズが大きい場合や、劣悪な有線ネットワーク環境下では、本提案方法が有効であることがわかる。

## 5. 実機による評価実験

### 5.1 実機実験概要

本章ではサーバ機能付き Wi-Fi AP (CommNode[8]) を利用して実機実験を行う。アップロード処理リクエスト送信時からファイルがサーバに格納されるまでの時間をアップロード時間とし、ダウンロード処理リクエスト送信時からファイルが端末に格納されるまでの時間をダウンロード時間として計測し、ファイル共有時間を算出するファイル共有サイトを HTML5 と PHP で実装した。また、Dummysnet で AP のバックホール回線の有線ネットワーク遅延を変化させて実験を行う。本実機実験の構成を図 5 に示す。

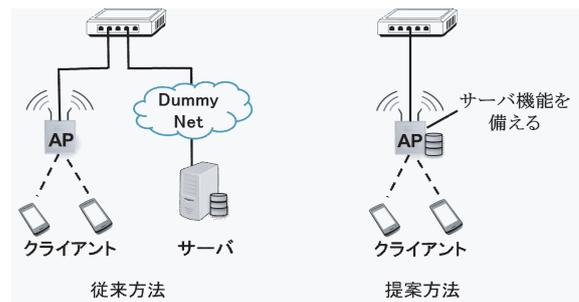


図 5 実機実験構成

さらに、実装したファイル共有サイトの構成を図6に示す。アップロード処理では、ユーザはWi-Fiに接続後、サイトにアクセスし、アップロードしたいファイルを選択する。ファイル決定後、アップロードボタンをクリックするとアップロード処理が実行され、ファイルがサーバに格納される。一方、ダウンロード処理では、ユーザがダウンロードページにアクセスすると、これまでにアップロードしたファイル群がリスト表示されるため、そこからダウンロードしたいファイルのリンクをクリックすることで、端末にダウンロードされるよう構成した。

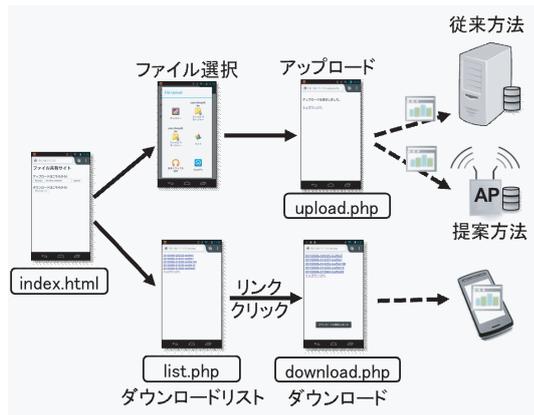


図6 ファイル共有サイト構成

## 5.2 今後の実験予定

実験結果を4章のシミュレーション結果と比較するため、本実験ではシミュレーション時と同じパラメータ設定で、5,10,50,100MBのファイルをサーバへアップロード/サーバからダウンロードする際のアップロード時間とダウンロード時間の合計をファイル共有時間として算出して評価を行う。シミュレーションと異なり、有線遅延が変動的だけでなく、Wi-Fi環境においても周辺のAPとの干渉による影響が予想されるため、周辺Wi-Fi環境のチャンネル使用状況を調べ、干渉を最小にするようチャンネルを設定する。

また、提案方法における、サーバ機能付きWi-Fi AP内のディスクアクセス時間による伝送遅延も考慮した評価を行っていく予定である。

## 6. まとめと今後の課題

画像や動画などデータサイズの大きなファイルを共有する際に、バックホール回線の太さやネットワーク環境によってファイル共有時間が大幅に左右されるという問題を解決するため、サーバ機能を備えたWi-Fi APを利用したファイル共有方法を提案した。先行研究によるシミュレーション結果を踏まえて実機実験を行うため、実機実験の構成を提案した。

また、アップロード処理リクエスト送信時からファイルがサーバに格納されるまでの時間をアップロード時間と

し、ダウンロード処理リクエスト送信時からファイルが端末に格納されるまでの時間をダウンロード時間として計測し、ファイル共有時間を算出するファイル共有サイトをHTML5とPHPで実装し、実験環境を整えた。

今後は、実装したファイル共有サイトを利用した実機実験を行っていく。提案方法における、サーバ機能付きWi-Fi AP内のディスクアクセス時間による伝送遅延も考慮した評価を行う。さらに、AP2台を介して、数十m離れたユーザ間がファイル共有を行う場合の本提案方法の利用についても実機実験を行う予定である。本提案方法を無線メッシュネットワークとともに利用することで遠距離ユーザ間のファイル共有を可能にするが、この場合、AP間マルチホップ時のチャンネル内/間干渉による伝送遅延がAP1台時より大きく現れると予想される。そこで、シミュレーション結果との比較評価を行い、本提案方法を実環境で利用する際の課題を明らかにしていく。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご協力賜りましたNICTの大和田泰伯氏に深く感謝致します。

## 参考文献

- [1] NFS:Network File System Protocol Specification,RFC1094(1989).
- [2] 楯上 孝道, 植原 啓介, 砂原 秀樹, 寺岡 文男:PFS:通信環境に動的に適應するファイルシステム, コンピュータソフトウェア, Vol.15, No.2, p.154-173, (1998).
- [3] 福田 伸彦, 楯岡 孝道, 中村 嘉志, 多田 好克:ONFS: 一時的なネットワーク環境下ですぐに利用できる共有ファイルシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.2, p.353-363, (2003).
- [4] 左高 大平: CDN (Content Delivery Network) をめぐる動きとネットワーク事業者の対応, 情報通信学会誌, Vol. 32 (2014) No.1, p.33-38(2014)
- [5] 基地局サーバ:<http://eetimes.jp/ee/articles/1311/08/news124.html>.
- [6] Scenargie:<https://www.spacetime-eng.com>.
- [7] 本橋 史帆, 高井 峰生, 前野 誉, 黒崎 裕子, 小口 正人:サーバ機能付き無線LAN-APを利用した画像/動画共有方法の提案と評価, 第7回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2015), C2-3, (2015).
- [8] CommNode:[https://www.spacetime-eng.com/jp/products?page=Products\\_Scenargie\\_Comm\\_Node\\_jp](https://www.spacetime-eng.com/jp/products?page=Products_Scenargie_Comm_Node_jp)