

サーバ機能付き Wi-Fi AP を利用した 平常時/非常時の情報共有システムの提案と検討

本橋 史帆[†] 高井峰生^{†,††} 大和田泰伯^{†††} 前野 誉^{††††} 小口 正人[†]

[†]お茶の水女子大学 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

^{††}UCLA 3532 Boelter Hall, Los Angeles, CA 90095-1596, USA

^{†††}情報通信研究機構 〒980-0812 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-3

^{††††}株式会社スペースタイムエンジニアリング 〒101-0025 東京都千代田区神田佐久間町 3-27-3

E-mail: [†]shiho@ogl.is.ocha.ac.jp, ^{††}mineo@ieee.org, ^{†††}yowada@nict.go.jp, ^{††††}tmaeno@spacetime-eng.com,
^{†††††}oguchi@computer.org

あらまし 近年、日本は数多くの自然災害に見舞われている。災害発生後には、知人の安否確認が必要となる場面が多く見られるが、災害によって通信インフラが壊滅的な被害を受けると、安否情報を含め必要な情報が被災地から発信できない/被災地に届かないといった問題が発生する。そういった問題に対し、無線メッシュネットワークの活用が注目されている。従来のスター型トポロジに対し、メッシュ型トポロジは有線接続されている AP が 1 台あればよく、特定のルータとのリンクに障害が発生した場合でも、他のルータとのリンクを介して、通信の継続が可能となるので耐障害性の面で非常に優れており、耐災害用ネットワークとして活用できる。一方で、メッシュ型ネットワークの課題として、スター型トポロジと比べて一般に敷設コストが高い点と、平時にもインフラとして活用できるアプリケーションが乏しい点が挙げられる。そこで、本稿ではサーバ機能付き Wi-Fi AP を利用し、より低コストに無線メッシュネットワークを構築し、AP 間で情報の共有を行うシステムを提案する。さらに、本提案システムの平常時における活用例としてファイル共有アプリケーションを提案・実装し、非常時における活用例として災害時伝言共有アプリケーションを提案・実装した。

キーワード 無線通信, 無線メッシュネットワーク, 情報共有, アプリケーション

A Proposal and Study of an Information Sharing System on a Wi-Fi AP with Server Function in Nomal Times/Disastrous Situation

Shiho MOTOHASHI[†], Mineo TAKAI^{†,††}, Yasunori OWADA^{†††}, Taka MAENO^{††††}, and Masato
OGUCHI[†]

[†]Ochanomizu University 2-1-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610, JAPAN

^{††}University of California, Los Angeles 3532 Boelter Hall, Los Angeles, CA 90095-1596, USA

^{†††}NICT Kahahira 2-1-3, Aoba-ku, Sendai-shi, Miyagi, 980-0812, Japan

^{††††}Space-Time Engineering KandaSakumacho 3-27-3, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-0025, Japan

E-mail: [†]shiho@ogl.is.ocha.ac.jp, ^{††}mineo@ieee.org, ^{†††}yowada@nict.go.jp, ^{††††}tmaeno@spacetime-eng.com,
^{†††††}oguchi@computer.org

Key words Wi-Fi, Wireless Mesh Network, Sharing System, Application

1. はじめに

近年、東日本大震災や御嶽山噴火、台風 18 号による鬼怒川の堤防決壊など、日本各地が地震、水害、土砂災害を始めとする様々な自然災害に見舞われ続けている。さらに、日本は今後

もこのような災害と切っても切り離せない関係であり、いつまた大規模災害に襲われてもおかしくない状況にあると言える。東日本大震災を例にとると、災害発生後には知人の安否確認や災害情報の需要が非常に高まったが、通信インフラが壊滅的な被害を受けたため、通信が遮断されたり、通信規制が行われた

りして、必要な情報が被災地から発信できない/被災地に届かないといった問題が発生した [1][2].

そのような問題を受けて、無線 LAN の AP 間をアドホックネットワークで接続し、柔軟性の高いバックボーンインフラを容易に構築できる無線メッシュネットワークに注目が集まっている。従来のスター型トポロジは各無線 LAN ルータに有線接続する必要があり、設置の容易性、拡張性に乏しく、さらに有線部分に障害が発生するとすべてのノードの通信に影響が発生するという問題点があった。一方で、メッシュ型トポロジは有線接続されている AP が 1 台あればよく、特定のルータとのリンクに障害が発生した場合でも、他のルータとのリンクを介して、通信の継続が可能となるので耐障害性の面でも優れているため、耐災害用ネットワークとして期待され、数多くの研究や検証が行われている [3][4][5][6].

しかし、メッシュ型ネットワークにも問題点がある。スター型トポロジと比べて一般に敷設コストが高い点と、平時にもインフラとして活用できるアプリケーションが乏しい点だ。そこで、本稿ではサーバ機能付き Wi-Fi AP を利用し、低コストで無線メッシュネットワークを構築し、AP 間で情報共有を行うシステムを提案する。さらに、本提案システムを日常的に利用できるよう、平常時における活用例としてファイル共有アプリケーションを提案し、実装・評価を行った。また、非常時における活用例として災害時伝言共有アプリケーションを提案・実装した。本稿では、サーバ機能付き Wi-Fi AP を利用して無線メッシュネットワークを構築するシステムと、平常時/非常時における活用例を挙げ、その効果を検討する。

2. 関連研究

基地局同士が有線もしくは無線により相互接続し、メッシュ状ネットワークを構築することにより、災害時でも通信を確保する、分散型メッシュネットワークとアプリケーションである NerveNet が研究・開発されている。NerveNet の各基地局装置は、データを蓄積・同期する機能や、移動管理・名前解決・アドレス割当・デフォルトゲートウェイといった機能を備え、それらの情報を基地局間で同期させる事で分散化を実現している。これにより、基地局単体であってもローカルのアプリケーションに対してサービスを提供できるうえ、基地局数を増やせば、自律的・自動的にサービスエリアを容易に拡張することができる。また、どこかで通信障害が発生した場合でも、動いている基地局のみでサービスを継続することが可能となる [7][8].

2.1 平常時の NerveNet 利用例

NerveNet は平常時には、自治体や地域 NPO 等により、地域や住民が求める情報やエリア内での音声通話や位置確認、広告配信等といったサービスの提供、地域振興のツールとして活用可能である [9]. また、イベント会場など人の多く集まる場所における仮設ネットワークとしても利用可能である。

2.2 非常時の NerveNet 利用例

非常時には、災害によって従来の通信インフラが壊滅的な被害を受けることで、通信が遮断されたり、通信規制が行われ、必要な情報が被災地から発信できない/被災地に届かないとい

た問題が発生するのに対し、NerveNet の提供する端末間のデータベース同期支援機能を用いると、自治体からの災害情報の配信、配給品情報配信、被災地エリアの被災者からの SOS 発信、安否確認情報発信等といったサービスが提供可能となる。既に数多くの実証実験により、NerveNet を利用した情報配信の質やその効果が検証されている。

3. 本提案システム

本研究では、より低コストかつ簡単に NerveNet と同様な実験環境を構築すべく、Wi-Fi AP にデータを蓄積・同期するサーバ機能を備え、AP 同士でメッシュ状ネットワークを構築する [10][11]. 本研究でサーバ機能付き Wi-Fi AP として用いる、様々な無線 LAN の実験に利用可能なハードウェアプラットフォームの仕様を表 1 に示す。

表 1 サーバ機能付き Wi-Fi AP 仕様

CPU	500 MHz AMD Geode LX800
Storage	Compact Flash 16GB
OS	Debian8.0
Wireless LAN	IEEE 802.11a/b/g/n

3.1 平常時における本提案システム導入メリット

近頃、モバイル端末の普及や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。現在主流のファイル共有方法として、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、OneDrive や Dropbox 等といった Web アプリケーションを介する方法が挙げられる。このとき、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なった。しかし、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環境に通信速度は大きく左右され、データ量が多くなると通信時間が長くなり利便性が低下する。そこで、本提案システムを導入することで、有線環境に左右されないファイル共有を実現することができると考える。

本稿 4 章では、先行研究における実機実験の結果から本提案システムの効果を検討する [12].

3.2 非常時における本提案システム導入メリット

本提案システムを利用することで、通信障害が発生した場合でも、図 1 のような形で、クライアントから接続先 AP 上のサーバに情報を登録するだけで、無線マルチホップ技術により自動的に AP 間のデータ同期を行い、外部と通信可能である AP からインフラネットワークを介して公の災害情報掲示板等へ配信・拡散可能となる。また、逆に外部からの情報を通信障害発生エリアの端末に届けることも可能となる。ユーザは無線に接続するだけでサービスを利用可能となる。

本稿 5 章では、非常時の一利用例として、避難所や一時避難場所にて安否情報を音声ファイル形式で AP に登録し、共有す

る災害時伝言共有アプリケーションを実装し、本提案システムの効果を検討する。

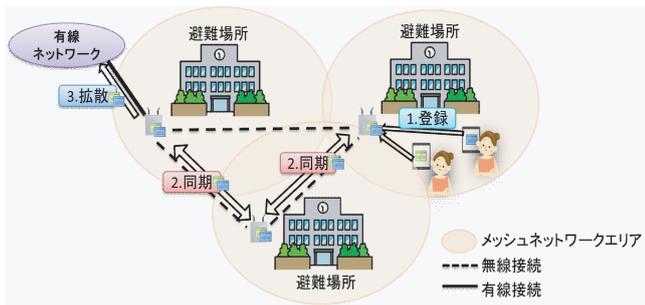


図1 システムイメージ

4. 平常時情報共有アプリケーション

4.1 アプリケーション概要

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、本提案システムを利用する際のファイル共有アプリケーションをHTMLとPHP5で実装した。本提案システムの効果を検討することを考慮し、モバイル端末ユーザが写真や動画等、ファイルサイズの大きなファイルを共有することを想定した実験を行う。サーバ機能付きWi-Fi AP上でWebサーバ機能を動作させることにより、モバイル端末ユーザはWi-Fiに接続するだけで本提案アプリケーションを利用可能となる。具体的な動作の流れを以下に示す。

1. ユーザ端末で写真や動画を撮影
2. Wi-Fiに接続し、ファイル共有サイトにアクセス
3. 接続先AP上のサーバへアップロード
4. 近くにいるユーザは同サーバからダウンロード

また、AP上のサーバにアップロードされたファイルは非定期的インターネット越しのサーバへとアップロードさせるよう設定することで、ユーザはAPの接続範囲外に出た場合でも従来システムを利用してダウンロードすることを可能にする。

4.2 実験概要

サーバ機能付きWi-Fi AP実機と実装した本提案アプリケーションを利用し、実験を行う。クライアントにはAndroid端末を利用した。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、アップロード時間とダウンロード時間を合算したものをファイル共有時間として、本提案システムと従来システムそれぞれを利用した場合のファイル共有時間の比較評価を行う。

本実機実験の構成を図2に示す。従来のファイル共有アプリケーションでは、APのバックホール回線を介し、インターネット越しのサーバにファイルをアップロード/ダウンロードする。一方、本提案アプリケーションでは、AP上のサーバにファイルをアップロード/ダウンロードする。従来の有線回線を介するファイル共有方法において、両手法におけるディスクI/Oによるボトルネックに差が生じないように、ファイルを格納するインターネット越しのサーバには同サーバ機能付きWi-Fi APの

サーバ機能を利用した。また、有線環境に変化を加えるため、DummysnetでAPのバックホール回線RTTに15msの遅延を入れ、実験を行う。

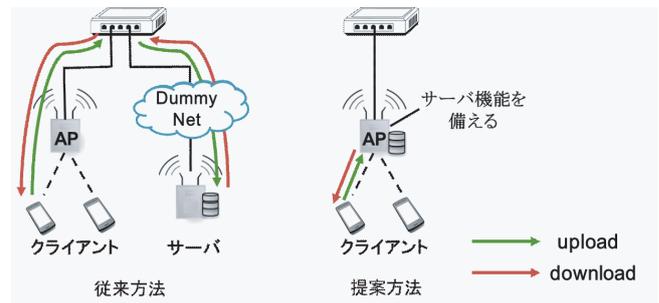


図2 実機実験構成

4.3 実験結果

クライアント2台で、従来システム/本提案システムを利用して、5MB~100MBのファイルを共有する時間をそれぞれ計測し、比較評価を行った結果を図3に示す。このグラフより、従

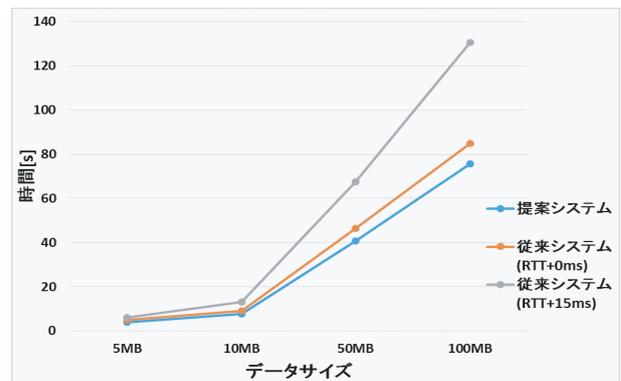


図3 ファイル共有実験結果

来システムにおいて、ファイル共有時間はバックホール回線環境に大きく左右されることが明らかとなった。バックホール回線環境が良好な場合でも、有線回線を介さない本提案システムを利用した場合と比較すると、ファイルサイズが大きくなるほど、有線回線を介する時間は余分な通信時間として顕著に表れる結果となった。

4.4 考察

従来システムを利用した場合、バックホール回線環境によりファイル共有時間は大きく左右されるため、モバイル端末ユーザが旅行先やイベント会場でファイルを共有する際に通信料を抑えるために公衆無線LANを利用した場合、その時のバックホール回線環境によってはユーザにかなりの不快感を及ぼす可能性が発生する。そこで、本提案システムを日常的に地域ネットワークとして活用し、エリア内でファイルを共有するサービスを提供することは有効性が高いと言える。

5. 非常時情報共有アプリケーション

5.1 アプリケーション概要

次に、非常時における本提案システムの一利用例として、避

難所や一時避難場所にて安否情報を音声ファイル形式で AP に登録し、エリア内で共有する災害時伝言共有アプリケーションを実装した。本提案アプリケーションは一時避難場所や避難所等に設置されるタブレット端末や携帯端末、あるいは Wi-Fi に接続された各避難者の携帯端末にインストールして利用することを想定したものである。本研究では Android 端末にインストールして利用する。具体的な動作の流れを以下に示す。

I ~宛先指定なし~

1. 自分の電話番号を入力
2. 安否情報を登録
3. AP 上のサーバへ送信 (サーバ間同期)
公の伝言掲示板などのサービスを利用
4. 番号を知っているユーザが電話番号検索で
安否情報確認

II ~宛先指定あり~

1. 自分の電話番号と宛先電話番号を入力
2. 安否情報を登録
3. AP 上のサーバへ送信 (サーバ間同期)
宛先ユーザへメッセージがあることを通知
4. 宛先ユーザが安否情報確認

安否情報をサーバに送信する際、登録時刻をともに送信する。また、サーバに送信された安否情報には AP の位置情報を付加する。これにより、本提案システムを利用して登録された伝言が外部エリアへ発信されるまでにタイムラグが発生してしまう場合でも、安否情報登録者が、いつ、どこの避難所にいたのかを確認することが可能となる。

5.2 アプリケーション実装

本提案アプリケーションにおいて、安否情報を音声で録音・保存可能にした。図 4 に起動したメイン画面の一例を示す(左図)。ユーザはアプリケーションを起動し、自分の電話番号と、宛先を指定したい場合は宛先電話番号を入力し、自分の安否情報を録音する。録音後、音声ファイルは端末内のフォルダに“自分の電話番号.3gp”あるいは“自分の電話番号-宛先電話番号.3gp”というファイル名で保存される。サーバに送信するフォルダは自由に指定可能とした(右図)。その後、File Sync ボタンの押下を受けて、指定フォルダ内の音声ファイル群のデータ情報をサーバに送信し、サーバからのデータ要求を受信した後、指定フォルダを zip 形式に圧縮し、サーバに送信する。

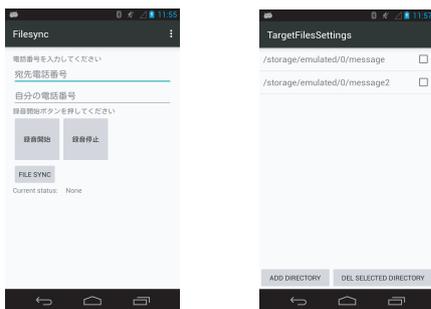


図 4 本提案アプリケーションイメージ

5.3 サーバ側機能要件

サーバではクライアントから受信した zip ファイルを解凍し、指定フォルダに展開する。このとき、AP の位置情報を付加する。フォルダ名に避難所名や地域名を設定、もしくは、zip ファイル展開時に全ての音声ファイルに位置情報を付加してもよい。また、ファイル名かつ位置情報が同一のファイルが存在した場合には登録時刻が新しいものに置き換える処理を行う。

宛先電話番号の指定がない場合、サーバ間同期を行い、伝言ファイルを共有していき、外部ネットワークに接続可能な AP から拡散させる。一方、宛先電話番号の指定がある場合は、宛先ユーザへ伝言が登録されていることを通知する機能を備えることが好ましい。さらに、伝言が他のユーザに確認された場合には、伝言を登録したユーザに対し、通知する機能を備えるとなおよいと考える。

5.4 考 察

関連研究からも明らかのように、本提案システムも非常時に通信が制限・遮断され、孤立してしまった被災エリアで情報共有可能となるという点で、耐災害ネットワークとして非常に有効に働くことが期待される。被災エリア内にいる情報を得られない人々や安否情報を求める人々の混乱、誤った情報の錯綜を防ぐことに繋がるよう、更なるアプリケーションの開発が必要となる。

6. まとめと今後の課題

耐災害ネットワークとしてメッシュ型ネットワークが注目されている。しかしメッシュ型ネットワークには、敷設コストが高いうえに、平時にもインフラとして活用できるアプリケーションが乏しいという問題があった。そこで、本研究ではより低コストに無線メッシュネットワークを構築すべく、サーバ機能を備えた Wi-Fi AP を利用したシステムを提案した。本稿では、平常時の一利用例としてファイル共有アプリケーションを、非常時の一利用例として災害時伝言共有アプリケーションを提案・実装し、本提案システムの効果を検証した。

平常時において、近くにいるユーザ間のファイル共有の際に、本提案システムを利用することで従来システム利用時にかかるバックホール回線を介する無駄な通信時間を省くことができる点で、有効であると示せた。一方で、非常時には、災害によって通信が制限・遮断され、孤立してしまった被災エリアで情報の共有が可能となるという点で、非常に有効に働くと考えられる。平常時に旅行先・イベント会場等といった人の多く集まるエリアにおける仮設ネットワークとして活用できるよう、また、非常時に災害時用ネットワークとして人々の混乱や誤った情報の錯綜を防ぐことに繋がるよう、更なるアプリケーションの開発が必要となる。

今後は、本稿で紹介した非常時における災害時伝言共有アプリケーションに関して、年齢を問わずあらゆる避難者に利用されることを想定した機能性・操作性の改良を行っていく。また、5.3 章で提案したサーバ側機能を実現すべく拡張する予定である。

謝 辞

本研究の一部は、お茶の水女子大学と情報通信研究機構との共同研究契約に基づくものである。

文 献

- [1] 東日本大震災発生後の通信状況に関するアンケート：
http://www.soumu.go.jp/main_content/000136157.pdf
- [2] 東日本大震災・安否情報システムの展開とその課題：
<https://www.nhk.or.jp/bunken/research/title/year/2012/pdf/005-08.pdf>
- [3] 野崎 正典, 門 洋一, 中野 義久, 近藤 浩司: ワイヤレスネットワークへの取り組み, OKI テクニカルレビュー, 第 200 号 Vol71, No.4, p/16-19(2004).
- [4] 青木 秀憲, 竹田 真二, 柳生 健吾, 山田 暁: IEEE802.11s 無線 LAN メッシュネットワーク技術, NTTDoCoMo テクニカル・ジャーナル, Vol14, No.2, p.14-22(2006).
- [5] 伊藤 将志, 鹿間 敏弘, 渡邊 晃: 無線メッシュネットワーク“WAPL”の提案とシミュレーション評価, 情報処理学会論文誌, Vol49, No.6, p.1234-1245(2008).
- [6] 阪田 史郎, 山田 暁, 飯塚 宏之, 伊藤 哲也: 無線メッシュネットワークの技術動向, 電子情報通信学会誌, Vol92, No.10, p.841-846(2009).
- [7] M. Inoue, M. Ohnishi, C. Peng, R. Li, Y. Owada, “NerveNet: A Regional Platform Network for Context-Aware Services with Sensors and Actuators,” IEICE Trans. Commun., Vol. E94-B, No.3, pp.618-629, Mar. 2011.
- [8] 耐災害ワイヤレスメッシュネットワーク:
<http://www.nict.go.jp/wireless/4otfsk000001g982-att/a1398840971792.pdf>
- [9] 大西 真晶, 森野 博章, 実藤 亨, 井上 真杉: 分散処理・制御アクセスネットワーク NerveNet によるインタラクティブ広告配信, 電子情報通信学会技術研究報告. MoMuC, モバイルマルチメディア通信 109(380),p.37-38(2010)
- [10] サーバ機能付き AP : <https://www.spacetimeeng.com/jp/products>
- [11] 金田 茂, 前野 誉, 高井 峰生: Scenargie CommNode による無線 LAN 実験プラットフォームの構築, マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, p.108-109(2013).
- [12] 本橋 史帆, 高井 峰生, 黒崎 裕子, 小口 正人: 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, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2015) シンポジウム, 2G-1, pp. 429 - 432, (2015).