

コンシューマ・システム論文

被災時の情報共有を目的とした利用者端末間での 双方向通信基盤の提案

中蔵 聡哉^{1,a)} 本間 咲来¹ 小松 健作¹

概要：大規模災害時には、ローカルに特化した情報が重要であり、被災地や避難所では円滑に情報の交換を行うことが求められるが、災害による通信機器自体の損失や増大したトラフィックの輻輳により、効果的に通信できないという問題がある。被災者同士で行う通信には、本質的にはインターネット上のサーバや電話網の制御装置は必要なく、被災地に残された公衆無線 LAN や地域 IP 網のみで完結して動作させられるという点に着目し、被災時における情報伝達の支援を行うシステムを提案する。

本稿においては、被災地の商業設備に残されたデジタルサイネージ及び被災者の手持ちのスマートフォンを用いて、1) 緊急避難経路の揭示、2) 災害伝言サービスの提供、3) 防犯カメラ映像へのアクセス機能の提供、4) 通話・ビデオチャット機能の提供、5) テキストチャット、データの送受信機能の提供を行うシステムを提案する。

1. はじめに

被災時には、被災地に特化した情報が重要であり、被災地や避難所では円滑に情報の交換を行うことが求められる。例えば 2011 年の東日本大震災の際、平常時の 50 ~ 60 倍もの携帯電話による音声通信トラフィックが発生したため、携帯電話事業者各社による通信規制や通話の輻輳が発生した [14]。このことから、通信の需要とそれを支える通信基盤の強化の重要性が伺える。一方で、通信設備自体も災害による被害を受けるため、インターネットや電話網といった公衆網へ向けた通信は通常時に比べて困難になることが予想される。実際に東日本大震災の際には大規模津波による通信装置への直接的な破壊のみならず、長時間停電に伴う通信ビルの発電機燃料不足や、携帯基地局のバッテリー枯渇といった電源喪失による通信機能の停止もみられ、広範囲で通信サービスが停止している。これによって、被災地の情報把握が極めて困難になり、安否確認、救難活動、避難誘導等に大きな支障が生じた [14]。被災中の緊急通信のみならず、被災後の復旧活動においても通信は重要である。一度通信設備が破壊されると、復旧までに数ヶ月を要する場合がある。しかしながら、その間においても被災者の間では、家族や知人の安否確認、当面の生活確保といった外部との通信は緊急かつ切実なニーズを持つと考えられる。

以上の状況を緩和するため、災害時にも利用可能な通信の提供を検討する。電話による通話やインターネットによる Web サイトとの通信は、中央集権的であり、制御装置やサーバといった管制装置への通信が必要である。このため広域網へ通信するためのバックボーン回線にトラフィックが集中し、帯域制限をかける必要が生じる。被災者同士で情報の伝達を行うのが目的なのであれば、本質的には中央の管制装置への通信は不要であるため、被災者間で P2P (Peer to Peer) での通信が確立できればバックボーンに負荷をかけることなく通信が行え、バックボーンはその他の中央の管制装置との通信が不可欠な通信に割り当てることが可能になる。本稿ではこの手法について実装を行い、P2P によるビデオチャット・データ送受信を提供する。

また、災害時に人間は、普段見知った道を利用して避難を行うが、大災害の際にはそれにより混乱が生じる場合があることが阪神・淡路大震災において報告されている [19]。被災者は自分の知識と経験に従い、最寄りの避難所に向けて普段日常的に利用している経路に沿って移動を行う。しかしこのような知識ベースの避難では、避難経路が災害により通行不能になってしまった際に混乱が生じてしまうのである。適切な避難誘導を行うことでこれを緩和できると考えられるが、災害時に組織的な誘導を行うことや、人手により避難経路の揭示を行うことは現状困難である。そこで我々は、商業設備に残されたデジタルサイネージや液晶テレビといったディスプレイ装置に対し、写真やテキストを表示する方法を提供すべく実装を行う。

¹ NTT コミュニケーションズ
3-4-1 Shibaura, Minato-ku, Tokyo 108-8118, Japan
^{a)} t.nakakura@ntt.com

災害時用システムを検討する際、専用のハードウェアやソフトウェアの導入が必要な手法の場合、災害が起きてから配布を行うことは困難である。一方災害対策専用のシステムを事前に導入することは、一般に空間的または金銭的なコストが存在するため、積極的な事前準備には至らないことが懸念される。以上の点を鑑み、本稿で提案するシステムでは、ソフトウェアについては、World Wide Web Consortium(以下 W3C) もしくは Internet Engineering Task Force (以下 IETF) による、標準勧告技術もしくは標準化検討中の技術のみを用い、Web ブラウザのみで利用可能にすることを想定する。ハードウェアについては、被災者の所持するスマートフォンやラップトップ PC を想定し、ネットワーク接続可能なデジタルサイネージやテレビが被災地に存在すれば、事前の設定なくそれを活用できるように実装を行う。ネットワーク設備については商業設備の公衆無線 LAN 環境を利用することを想定する。

加えて、これらの装置を単純に備えても、利用者が利用方法を理解していない場合利用が困難である。本検討では、平常時にも利用可能なシステムとして提供を行い、利用者は日常的に活用することで利用方法を習熟でき、緊急時にも同様の操作で活用できることを念頭に置いて開発を行う。

本稿においてはこれらの条件を満たすシステムについて提案を行う。

2. 先行事例

被災時の通信状況を改善することを目的とした先行研究は多数存在する。まず、通信インフラの被害による回線の遮断に対しては、通信衛星を利用する検討が古くから継続的に行われてきている [1][6]。これらの取り組みによる成果は既に通信事業者が導入しつつあり、災害時には仮設の通信回線を提供し、無料の臨時公衆電話機や携帯電話の移動基地局が提供される [5]。しかしこのような迂回経路のみでは、大幅に増大したトラフィックを処理しきれないことが懸念される。その他の迂回経路として、ワイヤレスのメッシュネットワークに代表されるアドホックネットワークを利用し迂回経路を構築する手法についても多数提案されている [3][17][12]。通信トラフィック増大に関しては、大橋らによって、通信サービスの仮想化を行うことで、動的にリソースを確保しトラフィック増大に対応する手法が提案されている [16]。これらの通信はインターネット上のサーバとの通信を前提にしている。本稿では、被災地に閉じた情報交換は被災地のネットワークだけで実現し、トラフィックの集中が想定される広域網へのアクセスを行わない通信を実現する。これにより災害時に公衆網へのバックボーンが切断された場合においても通信可能となること、また結果的にバックボーンへの負荷が減ることで公衆網への接続が必要な他の通信の接続性が向上させることを目的

とする。

災害時に被災地での通信を提供するために、急速に増加している公衆無線 LAN へのアクセスを提供しようという取り組み [20] が進められている。この試みでは、平常時有料の公衆無線 LAN サービスについても、災害時には 00000JAPAN という SSID での無線 LAN を提供し、無料で接続できるようにするものである。本稿ではこのような取り組みを活用し、公衆無線 LAN に接続した被災者に対してサービスの提供を行う。

災害時専用のシステムは、導入に際して多数の問題が想定されることから、それらの問題を緩和する取り組みも行われている。災害時専用のシステムは、利用者が用途や機能に習熟しておらず、効果的な活用がなされない可能性がある。岡崎ら [13] は日常的に使っている SNS を利用する方法を提案している。本項でも同様に日常的に利用できる形でシステムを構築する。

避難経路や避難所で把握している安否情報の伝達は重要であり、藤原らによって [18] すれ違い通信を用いて伝送する手法が提案されている。また、東日本大震災において、安否が書かれた張り紙の画像をインターネット上で閲覧できるサービスが活用された [14]。本稿でもこれらの情報の伝達が重要であると考え、公共の掲示物として多数箇所に一斉送信する機能を提供する。商業設備に残されたデジタルサイネージや液晶テレビを利用し、写真や画像を表示できる機能を提供する。

3. 前提条件と要件

本章では、被災者に提供すべきサービスのユースケースを定義し、そのためのシステム構築において考慮すべき前提条件について述べる。

3.1 ユースケース

提供するサービスのユースケースについて述べる。尚、災害時には通信途絶によりユーザが管制装置へアクセスできないことや、トラフィックの集中による輻輳が考えられる。以下のユースケースは全て、特筆しない限りインターネット上のサーバは利用せず、被災地にある機器のみで利用可能であるものとする。また、被災地にある機器のリソース上限を考慮し、可能な限り端末間で P2P 通信することを検討する。

3.1.1 緊急避難経路の揭示

災害時の避難において、各人が平常時の知識ベースに基づいて避難を行うと、途中経路が通行不可能であったり混雑している場合に混乱に陥る。これを防ぐべく効果的に誘導を行う必要があるが、緊急の災害時において人手による誘導や掲示物の設置は、人員確保や現地への到着の難しさから困難である。本稿では、避難経路中の商業設備のデジタルサイネージに着目し、画像とテキストを表示して一斉

に告知を表示する機能を提供することで、最寄りの適切な避難所とその経路についての案内を行う。

3.1.2 災害伝言サービスの提供

通信の混雑の影響を受けず、家族や知人の間で安否の確認や避難場所の連絡等スムーズに行えることが望ましい。所在の分からない家族に対し安否を伝えることを目的に、各商業設備に設置されたデジタルサイネージを掲示板として活用し、画像やテキストを掲示する機能を提供する。

3.1.3 防犯カメラ映像へのアクセス機能の提供

災害発生後、遠隔地の防犯カメラ映像を閲覧するのは、被害状況の第一次確認において有効である。通信可能な防犯カメラには、Web サーバを通じてリモートで映像を確認する機能が実装されていることが多いが、災害による断線やトラフィック集中でカメラ映像が確認できないケースが想定されるが、アクセス網に閉じた通信を提供すればこれを回避できると考えられる。

3.1.4 通話・ビデオチャット機能の提供

被災地での通信確保のため、音声及び映像による通話機能を提供する。災害伝言サービスで家族の安否を確認した後、合流するための情報交換をするニーズや、災害復興のために現地の情報をリアルタイムで伝えるニーズに対応する。

3.1.5 テキストチャット、データの送受信機能の提供

災害復興や家族・知人間でのコミュニケーションでは、リアルタイムの情報伝達だけではなく、記録したデータの共有も必要である。写真や音声といったデータの送受信や、テキストでのチャット機能を提供する。

3.2 ネットワーク

被災時用に新規でネットワークを準備することや、商用の課金者しか利用できないネットワークは利用しない。被災者は公衆無線 LAN 及びその残存設備を利用することを前提に検討する。

図 1 は想定するネットワークと災害によって破壊される障害点である。利用者は手持ちの端末を任意の商業設備の店舗に設置された公衆無線 LAN に接続して通信を開始する。公衆無線 LAN へ送信された通信データは、公衆無線 LAN 事業者のコア設備を経由し、地域 IP 網へ送信される。地域 IP 網は受け取った通信データをインターネット上へ送信する。

図 1 中の利用者端末から見て近い順に障害点#1、#2、#3 と設定する。障害点が破壊された場合、該当の障害点よりもインターネット側のネットワークには利用者端末からはアクセス不可能になるものとする。

まず、図 1 中の障害点#1 が破壊される場合、公衆無線 LAN 設置拠点内へのアクセスのみが可能である。この構成で、公衆無線 LAN 設置拠点内に設置された商業設備の残存物へのアクセスを考える。次に障害点#1 が破壊され

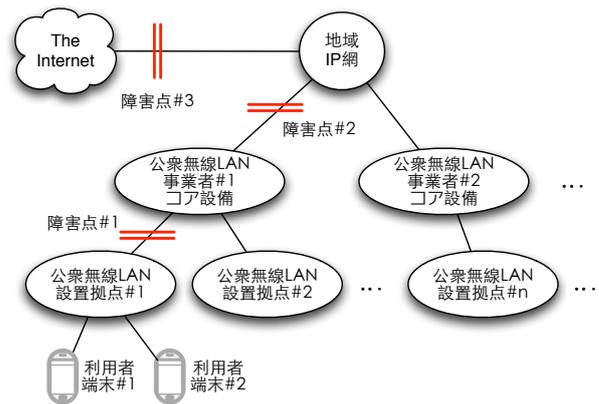


図 1 想定するネットワーク構成と予想される障害点

ず障害点#2 が破壊される場合、利用者端末から公衆無線 LAN 事業者の設置したコア設備にまでアクセス可能である。最後に障害点#3 のみが破壊される場合、構内網から地域 IP 網までのアクセスが可能である。以上の構成と障害点を前提にネットワークについての議論を行う。

3.3 ハードウェア・ソフトウェア

利用者側・インフラ側で利用する機材について検討する。

被災者は着の身着のまま避難してくることが想定されるので、利用者側の機材については、日常的に持ち歩いている物でなければ利用できないという前提で検討を進める。昨今スマートフォンの普及は急激に進んでおり、既に携帯電話保有者のうちスマートフォンを利用している割合は5割を超えている [15]。今後より普及も進むとされていることから、日常的に持ち歩いている可能性が高いと考えられる。利用者端末としてはスマートフォンを想定する。一方スマートフォン専用にするのではなく、仮にラップトップ PC を所持している被災者がいれば、それも利用できるように実装する。専用のアプリケーションを事前または被災時にインストールさせるのは現実的ではないため、スマートフォンの標準機能のみで 3.1 で述べたシナリオを実現することを検討する。ユーザ権限についても、ログインしなければ使えないシステムを被災時の混乱中に提供するのが現実的ではないため、ログイン認証、ユーザアカウント等は前提にせずシステムを構築する。

インフラ側については、金銭的・空間的なコストを考え、常設が現実的ではない大規模な防災専用装置については想定しない。公共・商業設備に既設の装置を利用することを検討し、新設する機材については最低限にするよう検討した上で、日常的なサービスとしても利用できる形に実装する。前述した公衆無線 LAN のネットワーク装置に加え、デジタルサイネージや液晶テレビといったモニタデバイスが存在すればそれを活用する。

4. アーキテクチャ

4.1 サイネージ・防犯カメラへのアクセス

本節では、ユーザのスマートフォン端末から、デジタルサイネージや液晶テレビといったモニタデバイスを発見し、画像やテキストを出力するために必要な要素技術とそれを用いた実装について述べる。この機能により 3.1.1 で述べた緊急避難経路の掲示及び 3.1.2 で述べた災害伝言サービス及び 3.1.3 で述べた防犯カメラ映像へのアクセス機能の提供を行う。

4.1.1 要素技術

モニタデバイスに画像・テキストを出力するには、ユーザ端末からモニタデバイスへデータと出力命令を送る必要がある。災害時にユーザがモニタデバイスへのアクセス方法を調べて通信を行うのは現実的ではないため、SSDP[11]による自動発見を試みる。デバイスが SSDP SEARCH メッセージをマルチキャスト送信すると、それを受信した機器は自分の存在と機能の一覧をデバイスへ返信する。SSDP 対応デバイスは取得した情報から、必要なものを選択し、メディア再生メッセージを送ることでモニタデバイスへ画像やテキストを表示することができる。また、防犯カメラとその動画再生機能についても同様に SSDP で発見することができるため、映像を取得することができる。

4.1.2 実現のための課題

4.1.2.1 SSDP の送信

現状 Web ページから SSDP メッセージを送信する手段がなく、Web ページのみをダウンロードする形で直接 SSDP メッセージを送信することは不可能である。従って、専用の SSDP アプリケーションをインストールするか、外部デバイスへ委譲する必要がある。利用前にインストールが必要なアプリケーションは、実現性の問題から検討外とし、外部デバイスへの委譲について検討する。

当該問題について、本稿では WebSocket[8] を活用して解決を試みる。WebSocket とはブラウザ上の JavaScript プログラムとサーバ間の双方向通信を提供するソケット機能のことで、任意のデータを送受信可能である。これを利用することで、サーバに SSDP 送信を委譲する。

ユーザの端末はまず、4.2.1.2 で述べた手法を利用し、Webサーバから利用ページをダウンロードを行う。ダウンロードしたページには WebSocket で SSDP 委譲サーバに接続するプログラムが含まれており、自動的にサーバへ接続される。SSDP 委譲サーバは SSDP でサイネージや防犯カメラを発見し、WebSocket を通じてクライアント端末に、発見された端末と機能の利用方法について通知する。ユーザ端末は発見された端末の機能に応じて、サイネージの場合は表示するデータと表示命令を、防犯カメラの場合は映像データの送信命令を、それぞれ WebSocket を通じて送信

し命令を受信したサーバは SSDP の機能を通じて、SSDP 対応デバイスへの転送を行う。

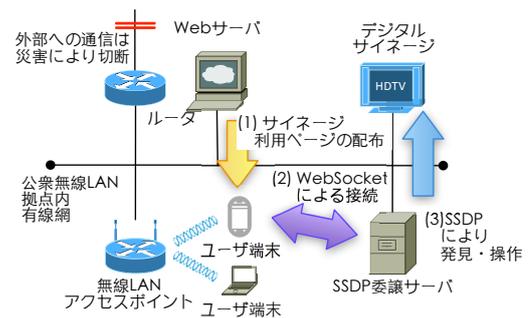


図 2 SSDP 対応デバイス操作作用ページの配布と接続

4.1.2.2 ネットワークの切断

図 1 に記載したいずれの障害点が切断された場合でも、SSDP 委譲サーバを公衆無線 LAN 拠点ネットワーク内に設置すればユーザからアクセス可能である。SSDP 委譲サーバに求められる機能は WebSocket アクセスを処理できる Webサーバ機能のみであるため、必要があれば認証 Web ページ配布サーバに組み込むことができる。

4.1.2.3 SSDP パケットの到達性

SSDP による機器発見は local administrative scope でのマルチキャストで行われる。local administrative scope は、ネットワーク管理者が事前に指定した範囲全域に到達するため、最大で同一の公衆無線 LAN 事業者のネットワーク内では SSDP で探索可能である可能性がある。

何らかの理由により local administrative scope の設定がなされていない場合や、他の公衆無線 LAN 事業者の拠点上の端末を発見するためには、何らかの手法により中継を行う必要がある。本稿では、公衆無線 LAN 拠点のネットワーク上にサーバを設置し、そのサーバ間で VPN 環境を提供して中継を行うことで解決する。VPN については WebRTC[7] による P2P 接続を行い、WebRTC の DataChannel を利用して通信パケットを中継することで実現する。WebRTC とは W3C 標準化中の技術の一つであり、Web ブラウザを利用して P2P によるビデオチャットとバイナリデータの交換を可能にするものである。バージョン 29 以降の Google Chrome 又はバージョン 24 以降の Firefox がインストールされていさえすれば、Windows/Mac/Linux/Android 上で利用することが可能である。P2P アプリケーションは JavaScript で記載することが可能であり、ユーザは専用アプリケーションを意識的にインストールする必要はなく、WebRTC 対応ブラウザで Web ページを開くだけで利用を開始できる。

SSDP 委譲サーバと同じセグメントに設置された中継サーバ A は、SSDP 対応デバイスと同じセグメントに設置した中継サーバ B と WebRTC 接続を行い、SSDP 委譲サーバが送信した SSDP Discovery メッセージのマルチ

キャストを受信すると、中継サーバ B に対してパケットの伝送を行う。中継サーバ B は受信した SSDP Discovery メッセージの送信元アドレスを自分に変更し、再送信を行う。SSDP 対応デバイスが中継サーバ B に応答を返すと、中継サーバ B はその応答を中継サーバ A に送信する。中継サーバ A は、送信元を自分に変更した上で、SSDP 委譲サーバへ送信する。SSDP 委譲サーバは、中継サーバが多数の機能を持った SSDP 対応デバイスとして認識することができる図 3。

ユーザからの操作メッセージが届くと、SSDP 委譲サーバは中継サーバ A に対し操作メッセージを送信する。中継サーバ A は中継サーバ B を経由して、SSDP 対応デバイスに操作メッセージを送信する。

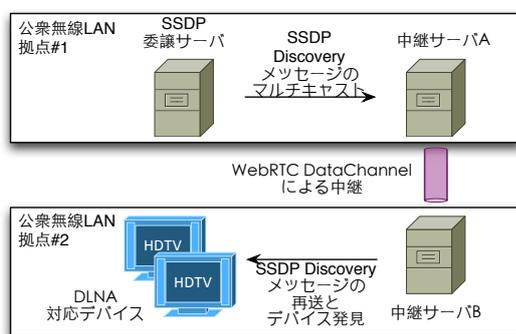


図 3 WebRTC による中継と SSDP の再送

4.2 通話・ビデオチャット機能の提供

本節では、3.1.4 で述べた通話・ビデオチャット機能の提供について、必要な要素技術とそれを用いた実装について述べる。

4.2.1 要素技術

W3C 標準勧告技術のみを用いて P2P によるビデオチャットを利用するため、WebRTC を用いて実装を行う。

WebRTC の P2P 接続確立シーケンスは図 4 の通りである。ユーザ A とユーザ B が接続を行う場合、まず各々のユーザは WebRTC 利用プログラムの含まれた Web ページにアクセスする。Web ページに含まれた WebRTC 利用プログラムは、接続のためのセッション情報をシグナリングサーバを経由して、セッション情報を交換する。交換されたセッション情報を元に、WebRTC は P2P 接続を確立させる。

セッション情報には、P2P 接続に失敗した場合に備え、中継サーバの情報を含めることも可能である。中継サーバの情報が含まれている場合、中継サーバはユーザ間のデータを取り持ち、WebRTC の通信を中継する。

4.2.1.1 実現のための課題

4.2.1.2 Web ページの取得

WebRTC 接続を確立するためには、WebRTC 利用ペー

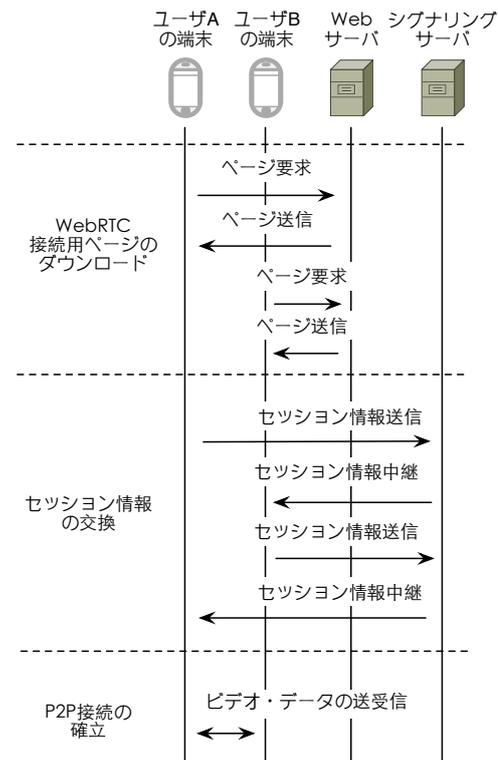


図 4 WebRTC で P2P を確立するためのシーケンス

ジをユーザにダウンロードさせる必要がある。日常的にアクセスしているユーザであれば、Web ページの存在を認識しているが、新規に利用するユーザに対しては Web ページの存在を周知するのは現実的ではない。従って WebRTC 利用ページにリダイレクトする機能を導入する。公衆無線 LAN 利用開始時にリダイレクトされる認証ページに、WebRTC 利用プログラムへのリンクを埋め込むことで対応する。

4.2.1.3 ネットワークの切断

図 1 で記載した障害点のうちいずれかが切断されると、インターネット上の Web サイトには接続できない。また、バックボーン回線への負荷は減らすべきであるので、プログラムの配布サイトを公衆無線 LAN 拠点内に設置する(図 6)。公衆無線 LAN で認証のための Web ページを備えている場合は、同一の Web サーバの中に Web ページを増やすだけで対応可能である。シグナリングサーバや、必要に応じて中継サーバについても公衆無線 LAN 内に設置すれば、障害点#1 が切断された場合にも対応可能である。

障害点#1 が切断されず、公衆無線 LAN 事業者の設置したコア設備にまでアクセス可能である場合は、コア設備内にセッションサーバを設置することで、別建屋の公衆無線 LAN に接続したユーザと通信を行うことが可能になる。さらに地域 IP 網までアクセスが可能であれば、地域 IP 網内にサーバを設置すれば、当該 IP 内の全ユーザと通信が可能になる。また、地域 IP 網内にサーバを設置しておけば、該当設備のない公衆無線 LAN に接続しているユーザ

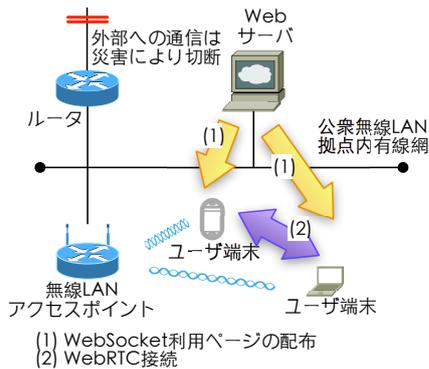


図5 WebRTCプログラムの配布と接続

であっても、WebRTC 接続を行うことが可能になり、より広い範囲をカバーすることが可能になる。

4.2.1.4 接続相手の特定

WebRTC 接続を行うためにはセッション情報を端末間で交換しなければならない。図4で記載した通り、セッションの中継はセッションサーバが行うが、そのためには接続相手を指定しなければならない。事前にアカウント登録を行わないことを前提にしているため、その他の何らかの方法で端末を特定する必要がある。

本検討では、端末がセッションサーバに接続した際に、ワンタイムセッションキーを払い出すことにする。着信側の端末に払い出されたセッションキーを、何らかの方法で発信側に伝えることができれば、発信側の端末に入力することで指定することができる。対面でデータを送信したい場合は直接見せればよい。遠隔地にいる相手にセッションキーを伝えたい場合は、4.1で述べた手法により、サインージに自分のIDと発信してほしい旨を掲示し、相手が確認するのを待つことで対応する。

4.2.1.5 公衆無線LANのセキュリティ設定

公衆無線LAN上では端末間の通信が禁止されているケースがある。都内で運営されている公衆無線LAN事業者5社の設定について、同一アクセスポイントに複数台の端末を接続し、端末間で通信確認を行ったところ、5社中3社で端末間通信が不可能であった。このような場合でも、中継サーバを公衆無線LAN拠点内に設置すれば、バックボーン回線に負荷をかけることなくユーザ端末間での通信が可能である。

4.3 テキストチャット、データの送受信機能

本節では、3.1.5で述べたテキストチャットとデータの送受信機能の提供について、必要な要素技術とそれを用いた実装について述べる。

4.3.1 要素技術

W3C標準勧告技術のみを用いてテキストチャットを提供するため、WebSocketを利用して実装を行う。WebSocketではテキスト及びバイナリデータの送受信ができるため、

公衆無線LAN拠点内のサーバで中継することで端末間でのやりとりが可能になる。

4.3.2 実現のための課題

4.3.2.1 Webページの取得

WebSocket接続を確立するためには、WebSocket利用ページをユーザにダウンロードさせる必要がある。これは4.2.1.2で述べたのと同様に、認証ページにリンクを埋め込むことで対応を行う(図6)。

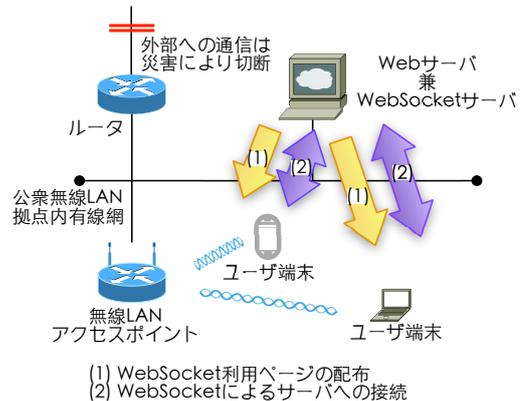


図6 WebSocket利用ページの配布と接続

4.3.2.2 ネットワークの切断

図1で記載した障害点のうちいずれかが切断されると、インターネット上のWebサイトには接続できない。また、バックボーン回線への負荷は減らすべきであるので、プログラムの配布サイトを公衆無線LAN拠点内に設置する。公衆無線LANで認証のためのWebページを備えている場合は、同一のWebサーバでWebSocketに対応するだけで利用可能であり、障害点#1が切断された場合にも対応可能である。

障害点#1が切断されず、公衆無線LAN事業者の設置したコア設備にまでアクセス可能である場合は、コア設備内にWebSocketサーバを設置することで、別建屋の公衆無線LANに接続したユーザと通信を行うことが可能になる。さらに地域IP網までアクセスが可能な場合、地域IP網内にサーバを設置すれば、当該IP内の全ユーザと通信が可能になる。

4.3.2.3 接続相手の特定

WebSocketのデータをWebSocketサーバが中継するためには、通信相手を特定する必要がある。4.2.1.4で述べたのと同様に、WebSocketサーバに接続した際にワンタイムセッションキーを払い出すものとし、発信側が着信側のセッションキーを入力することで対応するものとする。

5. 普及・標準化活動

本検討に関しては、実装のみならず普及と標準化のための活動を行っている。本章ではその取り組みについて述べる。

5.1 日常的活用のための機能追加

1章で述べた通り、災害時専用のシステムは、その金銭的・空間的なコストが存在するため、積極的な導入には至らないという懸念がある。これを防ぐべく、平常時においても利用できる形に設計しているが、本件で構築した基盤を活用したコンテンツ例を提示すべく開発を行い、ユーザが撮影した写真をデジタルサイネージにアップロードし、フォトコラージュを作成するアプリケーションを実装した。

5.1.1 商業施設側への働きかけ

デジタルサイネージは普及の一途を辿っているが、まだネットワーク接続が主流であるとは言いがたい。ネットワーク接続を促すべく、店舗側に設置のインセンティブを設ける必要がある。

5.2 ブラウザによる端末発見機能の標準化

4.1.2.1で述べたとおり、本稿執筆段階ではブラウザ上のJavaScriptからデバイスを発見するための機能は存在しない。但し、Network Service Discovery API[9](以下NSD APIと略記する)と呼ばれる標準化提案中の機能は存在する。NSDが実装されれば、SSDP委譲サーバに頼ることなく、端末から直接デバイスを発見可能である。

NSD APIが実装されることによる効果は、単純にデバイス発見の過程においてSSDP委譲サーバの設置を省略できるだけではない。NSD APIによりセッションサーバやWebサーバを検出することが可能になるため、無線に接続した際にWebページを取得するためのリダイレクト設定をする必要も不要になる。更には、仮に事前にセッションサーバを設置することができなくとも、災害発生後に動的に追加した後、NSD APIによって発見したユーザに対し提供することが可能になる。災害時以外にはユーザに提供したくない機能については、アプリケーションプロセスを停止しておき、災害時には起動することでサービスを提供するというサービス運用上の工夫も可能になる。

筆者らはこのような防災上の利用シナリオを策定し、このシナリオを実現するアプリケーションを作成した。このアプリケーションをもちいて検証を行い、得られたデータを元に、W3Cの標準化会議であるTPAC2013において提案を行い、標準化に向けた議論へ貢献を行った。

5.3 ブラウザによる端末発見機能の標準化

本稿執筆段階では、NSD APIに関する議論の深まりから、より高度な機能を持つPresentation API[10]標準化の検討が進んでいる。Presentation APIはモニターを持つデバイスに対し、SSDP相当の機能を保持することで、メディアの再生を指示することができる。

筆者らは、本稿で述べたようなユースケースを提案し、SSDPの有するカメラへのアクセスとメディア取得機能も仕様に入れて策定することによる効果について、TPAC2014

において提案し、標準化に向けた議論へ貢献を行った[4]。

6. 今後の検討課題

6.1 SSDPのセキュリティ対策

DLNA[2]対応デバイスはSSDPの呼びかけに対し応答する。DLNAは家庭内で家電を操作するために定義されたプロトコルである。そのため、安全なネットワークに対して機能を提供するという前提で設計されており、公衆無線LANのような公開されたネットワーク上で提供を行う場合においては、セキュリティ上の問題が生じる場合がある。例えば、Digital Media Server機能を有するデバイスに対して操作を行うと、デバイスの保有するデータが閲覧可能になる。また、DLNAにより設定を変更することができるネットワークルータも存在する。

以上のことから、公開してもよいSSDP対応デバイスとそうではないデバイスとを区分する手法が必要である。筆者らは、SSDP委譲サーバへ接続するWebSocketとWebRTC中継サーバに手を加えることで解決すべく試行中である。事前にWebRTC中継サーバに対し、各デバイスと公開範囲についての設定を行い、SSDP委譲サーバへWebSocketで接続する際の接続方法に区分を設け、特定の接続方法を行ったユーザに対しては所定のデバイスのみを公開するよう設計を進めている。例えばアドレスAに対しWebSocketで接続したユーザに対しては、公開範囲Aと設定したデバイスのみ公開を行う、というような工夫である。

図7に例を示す。SSDP委譲サーバは事前にデバイスA、B、Cを発見しておき、一般公開用デバイスの情報を返すアドレス/publicと、ユーザAにのみ公開するデバイスを返すアドレス/userAを登録しておく。ユーザ端末が/publicに接続した場合はデバイスA、Bの情報を返し、ユーザ端末が/userAに接続した場合はデバイスCの情報を返す。アドレス/userAへの接続の際にはパスワードを要求するという工夫も考えられる。

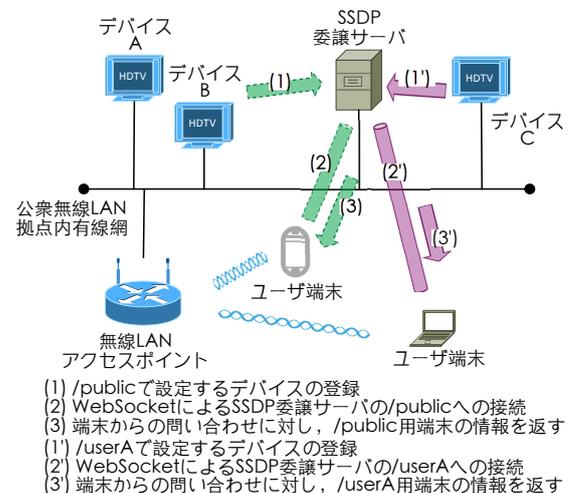


図7 名前空間を利用したSSDP応答の切り分け

この検討は実装は実現可能であるが、事前の設定や接続の区分けが必要なため、実際の被災地において機能するかどうかは不透明である。ユーザに対するインタフェース仕様について今後検討する必要がある。

6.2 サイネージのネットワーク接続に関する啓蒙活動

本稿ではサイネージの利用について提案したが、現状ではネットワークに接続されていないサイネージが存在する。本稿で提案した手法により、コンテンツの切り替えも容易になるという点についての認知度を向上させ、より多くのサイネージがネットワーク接続されるように啓蒙活動を続ける。

6.3 利用者側への働きかけ

利用者に対しては、まず WebRTC で簡単に通話できるということと、デジタルサイネージに自分で投稿ができるということを認知させる必要がある。2015年2月に、沖縄県の地域 ISP と協力し、県内の大規模商業設備においてイベントを主催し、一般客に対して提供を行うことで認知度を高める予定である。

6.4 検証・評価

現時点ではまだラボ内での動作試験に留まっている。沖縄県自治体でのイベントにおいて評価実験を行い、実際にユーザが利用できるか、更にはイベントのような大規模集客の際にきちんと機能するかについて検証し、改善を続ける。

7. おわりに

本稿では、被災時に被災地内で活用できる防災用システムの提案と実装を行った。このシステムでは、緊急避難経路の掲示、災害伝言サービスの提供、防犯カメラ映像へのアクセス機能の提供、通話・ビデオチャット機能の提供、テキストチャット、データの送受信が行える。このシステム利用に際しては、専用の機器やアプリケーションの導入は必要なく、利用者は手持ちのスマートフォンのみで利用することができる。また防災専用のシステムとすることなく、日常的に商業設備の中で利用できる形にすることで、設置者側の設置インセンティブの増大を図っている。

今後、商業施設におけるイベントにおいてシステムの効果測定と評価を行うことで、より効果的なシステムになるよう改善を続ける。

謝辞

本検討は平成 26 年度総務省案件「次世代ブラウザにおける通信環境透過技術」の一環として行いました。北陸先端科学技術大学院大学の篠田陽一氏、株式会社ニューフォリアの羽田野太巳氏、株式会社 ACCESS の長野宏輔氏、日本電信電話株式会社の岡高志氏、ソニー株式会社五十嵐卓

也氏には、本検討に対し厚いご支援を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- [1] Bostian, C. W. and Midkiff, S. F. and Kurgan, W. M. and Carstensen, L. W. and Sweeney, D. G. and Gallagher, T.: Broadband Communications for Disaster Response, *Space Comms.*, Vol. 18, No. 3,4, pp. 167–177 (online), available from (<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1498965.1498967>) (2002).
- [2] Digital Living Network Alliance: DLNA Networked Device Interoperability Guidelines Expanded (2006).
- [3] Fouda, M. M., Nishiyama, H., Miura, R. and Kato, N.: On Efficient Traffic Distribution for Disaster Area Communication Using Wireless Mesh Networks, *Wirel. Pers. Commun.*, Vol. 74, No. 4, pp. 1311–1327 (online), DOI: 10.1007/s11277-013-1579-9 (2014).
- [4] Homma, S.: Presentation API for non-screen Devices (2014).
- [5] Kitaguchi, T. and Hamada, H.: Telecommunications Service Continuity and Disaster Recovery.
- [6] Nishimura, T. and Ogawa, H.: Integrated Wireless Authentication System: Sharing Satellite Communication Among Multiple Organizations After Natural Disasters, *Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia*, MoMM '13, New York, NY, USA, ACM, pp. 270:270–270:277 (online), DOI: 10.1145/2536853.2536884 (2013).
- [7] W3C: WebRTC 1.0: Real-time Communication Between Browsers.
- [8] W3C: The WebSocket Protocol (2011).
- [9] W3C: Network Service Discovery (2014).
- [10] W3C: Presentation API (2014).
- [11] Yaron Y. Goland and Ting Cai and Paul Leach and Ye Gu and Microsoft Corporation and Shivaun Albright and Hewlett-Packard Company: Simple Service Discovery Protocol/1.0 Operating without an Arbiter (1999).
- [12] 岡宏典, 岡田啓, 間瀬憲一: 気球と地上ノードを用いた緊急時のアドホックネットワーク構築システム, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J94-B, No. 7, pp. 822–832 (2011).
- [13] 岡崎亮介, 毛利公美, 白石善明: 複数の SNS と連携する災害時支援システムのアプリケーション開発のためのデータ入出力統合フレームワーク, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J97-D, No. 12, pp. 1696–1700 (2014).
- [14] 総務省: 平成 23 年版情報通信白書 (2011).
- [15] 総務省: 平成 26 年版情報通信白書 (2014).
- [16] 大橋正彦, 窪田好宏, 武智竜一, 岩田淳, 菅原智義: 通信サービス仮想化方式の提案とその検証, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J97-B, No. 6, pp. 446–453 (2014).
- [17] 藤原孝洋, 飯田登, 渡辺尚: アドホックネットワークを併用する緊急通信無線網のアクセス方式, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J86-B, No. 11, pp. 2345–2356 (2003).
- [18] 藤原明広, 巳波弘佳: すれちがい通信を利用した災害時避難誘導法, 信学技報 MoNA2013-5, pp. 25–30 (2013).
- [19] 柏原士郎, 上野淳, 森田孝夫: 阪神・淡路大震災における避難所の研究, 大阪大学出版会 (1998).
- [20] 無線 LAN ビジネス推進連絡会: 大規模災害発生時における公衆無線 LAN の無料解放に関するガイドライン (2014).