

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：34316

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16313

研究課題名(和文)災害救助用臨時アドホックネットワークシステムの開発と構築

研究課題名(英文)Development of an ad hoc network system for the disaster scene

研究代表者

植村 渉(Uemura, Wataru)

龍谷大学・理工学部・講師

研究者番号：30434723

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：建物が倒壊する災害現場では携帯電話の基地局や無線LANのアクセスポイントといったインフラもダメージを受け、無線端末を持っていても連絡を取り合う手段として使えない。本研究では、スマートフォンへのアプリケーションの追加インストールなしで使えるシステムの構築を目指した。結果、災害時のインフラレス環境下において、被災者が持っているスマートフォンだけで情報共有できるシステムの構築が可能になった。これが、本科研費による研究成果である。

研究成果の概要(英文)：At the disaster scene, we cannot communicate with each other even if we have the mobile terminal like as a mobile phone because the infrastructure like as access points and base stations is broken. In this research, we aim to make a information sharing system which does not require the additional application to be installed for the user using their mobile phone. As a result, we can construct the system which can share the information between shelters using users' mobile phone without the internet connection.

研究分野：情報通信工学

キーワード：アドホックネットワーク ライフライン防災 小型マイコン デジタル掲示板

1. 研究開始当初の背景

建物が倒壊する災害現場では携帯電話の基地局や無線LANのアクセスポイントといったインフラもダメージを受け、無線端末を持っていても連絡を取り合う手段として使えない。そのため、災害現場で基地局なしに簡単に構築できる臨時ネットワークシステムの開発が行われてきた。阪神・淡路大震災や東日本大震災のような広域にわたって建物が倒壊する災害現場では、携帯電話の基地局や無線LANのアクセスポイントといったインフラもダメージを受けた。そのため、救助隊がスマートフォンやタブレット、ノートパソコンといった無線端末を持っていても、連絡を取り合う手段にはなり得なかった。また、JR西日本尼崎脱線事故のように多数の異なる管轄の救助隊が集結した場合にも、お互いの連絡方法が存在しなかったため、救急車といった救助資源の割り当てがうまくいかないことがあった。

このような問題を解決するため、基地局を用いず一時的な無線ネットワークを作る技術であるアドホックネットワークを応用した研究・開発が進められている。

研究代表者は、私立大学学術研究高度化推進事業として「アドホック無線ネットワークの要素技術と応用に関する研究」に取り組み、Linuxの一種であるUbuntu搭載の携帯用小型パソコンを用いて災害現場用情報共有システムを構築した。このシステムは、GPSによる位置情報を用いて近隣端末を探し、各端末が入力した情報に位置情報を付加してネットワーク全体に配信するものである。JR西日本尼崎脱線事故のような突発的で大量の傷病者が発生する事故において、救助隊が簡単に情報共有できることを目指している。また、「災害現場における臨時ネットワークを簡易構築するシステムの開発」として2009年から3年間、科学研究費補助金にて研究を進め、CDやUSBメモリからOSを起動するLiveCD技術を用いて、普段使っているノートパソコンのシステムに影響を与えずに簡単に臨時アドホックネットワークを構築できるシステム開発を行った。これにより、災害現場では専用の機器を使わずに普段用いているノートパソコンを持ち込むだけで、救助活動をスムーズに行うことができ、災害対策を実施する側としては、CDやUSBメモリ、そして無線LANアダプタのみを備蓄するだけで、手軽に臨時アドホックネットワークを構築できるようになった。

2. 研究の目的

近年は、スマートフォンやタブレットが普及し、これらを災害時の臨時ネットワークに接続したい要求が高まってきた。しかし、それらはノートパソコンと異なり起動用OSに手を加えることが困難であり、アドホックネットワークを構築することができない。それゆえ、ノートパソコンにおけるシステムで生み

出した「普段から使用している機器を用いて救助用臨時アドホックネットワークに接続する」というメリットが活かせない。

一方、アドホックネットワークの構築技術として、研究代表者は小電力無線規格であるIEEE 802.15.4規格の無線モジュールを用いてネットワークを構築する研究も行っていった。IEEE 802.15.4規格はいわゆるZigBeeの物理層の規格であり、電力消費が少ない代わりに通信速度が遅く通信距離が短い。そのため端末が密接していて、かつ、ゆっくりと情報共有する場面に適している。応用例として、研究代表者はこの無線モジュールを用いた駐車場における防犯カメラシステムを構築し、その有用性を確認した。カメラ付きの無線端末を車や駐車場に配置し、撮影した画像を送り合うことでネットワーク内の端末同士で画像を共有するシステムである。侵入者によって、ある端末を破壊されたとしても、他の端末がその画像情報を共有しているため侵入者の情報を逃さない特徴を持っている。

しかし、IEEE 802.15.4無線モジュールは無線LANと同じ2.4GHz帯を用いるが、無線LANとの互換性はない。そのため、防犯カメラネットワークには、ノートパソコンやスマートフォンからアクセスすることができず利便性が悪い。そこで、同じく小型で小電力である無線WiFiモジュールを用いて、アドホックネットワークの構築を行った。まず、カメラと無線モジュールをマイコンで制御し、小型化かつ省電力化に成功した。次に、アドホックネットワーク構築のためのパケット中継器を作製したが、こちらはモジュールの仕様のため、現在は1対1通信の中継しか実現できていない。今後、多数の端末に対する中継器の実現が必要となる。

研究代表者が開発したこれらの技術より、基地局モードで使用するWiFi無線モジュールとアドホックモードで使用するWiFi無線モジュールを組み合わせて臨時ネットワーク接続用のモジュールの作成が期待できる。基地局モードの無線モジュールは、救助者が持っているスマートフォンやタブレットをつなぐために用い、そのパケットをアドホックネットワークに流すことで、スマートフォンやタブレットをアドホックネットワークにつなげることができる。これにより、現状ではアドホックネットワークに接続できなかったスマートフォンやタブレットを災害救助用の臨時アドホックネットワークに簡単に接続することができ、従来の利便性を保ったまま使用機器の拡張ができるようになる。この技術は災害現場にとどまらず、工事現場や工場内、運送環境などスマートフォンやタブレットを必要とする場面での臨時ネットワークの構築などが期待できる。

従来のシステムでは専用端末を用いるため災害対策基地にそれらを備蓄する必要があったが、研究代表者が開発したシステムは、

一般的なノートパソコンを中のシステムに影響を与えずに臨時ネットワークシステム用の端末として使えるようにするものであり備蓄が容易になった。

本研究は、広く普及したスマートフォンやタブレットを簡単に接続できる災害救助用の臨時アドホックネットワークシステムを提供することを目的とするものである。

3. 研究の方法

スマートフォンやタブレットを簡単に接続できる災害救助用の臨時アドホックネットワークシステムの構築のためには、1)情報共有アプリケーションの開発 2)ハードウェア面の接続端末の利便性向上 3)ソフトウェア面の接続端末の利便性向上が必要となる。

平成 27 年度は、既存技術のみで臨時アドホックネットワークを構築すると共に各項目における要求事項を抽出する。2)ハードウェア面の接続端末の利便性向上として、小型マイコンである Raspberry PI に注目し、無線-無線間のブリッジ接続に成功した。これにより、既存のスマートフォンをアクセスポイントに接続する要領で提案ネットワークにも接続できるようになった。1)情報共有アプリケーションとして、小型マイコン上でのソフトウェア開発の環境を整えた。3)ソフトウェア面の接続端末の利便性向上として、この開発環境上で接続用ソフトを使える状況を整えた。

平成 28 年度は、小型マイコンを利用し、スマートフォンと連携するシステムを構築した。従来は各避難所において情報共有するために紙の掲示板を利用してきたが、量が多くなると必要な情報が埋もれてしまう問題があった。そこで、小型マイコンに掲示板投稿システムを構築し、各自が持っているスマートフォンなどからアクセスすることで手軽に情報のやりとりができるデジタル掲示板を開発した。また、避難所間のデータ共有のために、各自のスマートフォンを用いてデータを移動させる必要があるが、スマートフォンのセキュリティの関係で、特に iPhone では、データのダウンロード、アップロードができない。そこで、画像ファイルにデータを埋め込むことで、持ち運びができるようにした。

平成 29 年度は、実際にサーバを構築し、スマートフォンに標準で搭載されているブラウザだけで使えるシステムを構築した。すなわち、スマートフォンへのアプリケーションの追加インストールなしで使えるシステムであり災害時のオフライン環境でも使えるようになった。また、そのシステムの評価を行うため、シミュレータを作成し、大学周辺の実環境をモデル化した状況での情報の広がりや更新具合の確認を行った。

4. 研究成果

平成 27 年度に臨時アドホックネットワークを小型マイコンを利用して構築した。具体的には、ARM プロセッサを搭載したシングルボードコンピュータである Raspberry PI を用い、無線 LAN アダプタを 2 つ使うことで、無線ブリッジネットワークを構築し、スマートフォンからアドホックネットワークに簡単に繋がるようにした。また、一般に Raspberry PI の OS は、Linux の一種である Ubuntu が使われているが、アーヘン工科大学が開発したロボットミドルウェアである Fawkes を利用するために、OS として Fedora のインストールを行った。これにより、小型マイコン上で Fawkes が使えるようになり、機能の追加やメンテナンスの作業性が向上した。効果の確認用に、簡易測域センサを接続したり、ロボット間通信のプログラムを試すことでスマートフォン間通信の代わりとした。平成 28 年度にスマートフォンと連系するシステムを作成した。web サーバとデータベース機能を実装し、安否情報を扱う簡単なシステムを構築した。実際にスマートフォンから接続し、情報のアップロード、ダウンロードを行い、機能を確認した。スマートフォンとして、iPhone 端末に代表される iOS を搭載した端末と、Android 端末の 2 種類を想定したが、iPhone や iPad では、セキュリティの関係で端末内にファイルを保存することができない。唯一扱えるのが画像ファイルであるので、画像ファイルにデータを埋め込む方式を採用することで、データのダウンロード、アップロードを可能とした。このシステムを評価するためには、複数の避難所間を多数の端末が移動する必要がある。当初は、自律移動ロボットを用いて、そのような環境を構築できないかと試みたが、1人で制御するには数台が限界であり、実環境での実験が難しかったため、平成 29 度にシミュレータを開発し、シミュレータ上で評価を行った。このとき、実装したソースコードを流用することで、シミュレータの手間を減らすと共に、動作の不一致が起きないように工夫した。これらにより、災害時のインフラレス環境下において、被災者が持っているスマートフォンだけで情報共有できるシステムの構築が可能になった。これが、本科学研究による研究成果である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

1) ものづくり分野での競技大会 -Industrie 4.0 を目指して-, 植村涉, 龍谷理工ジャーナル, No.74 Vol. 30-1, pp. 33-38. 2018. 査読無し. <https://www.rikou.ryukoku.ac.jp/journal/journal74/RJ74-05.pdf>

2) ロボカップ西暦 2050 年を目指して(その

2) , 奥川雅之, 伊藤暢浩, 岡田浩之, 植村涉, 高橋友一, 杉浦孔明, 知能情報フアジイ学会誌, 29 巻, pp. 42 - 54 . 2017 . 査読無し . ISSN: 1347-7986

3) A white cane mounted with infrared sensors to detect automatic doors, Takato Hayama and Wataru Uemura, The 5th IEEE International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin 2015), pp. 54 - 56. 2015. 査読有り . DOI: 10.1109/ICCE-Berlin.2015.7391330

4) About Multi-Level LEDs Driving in Visible Light Communication, Yasuhiro Fukumori, Yuta Ikeru and Wataru Uemura, IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2015), pp. 366 - 367. 2015. 査読有り . DOI: 10.1109/GCCE.2015.7398671

〔学会発表〕(計 19 件)

1) 調光可能な可視光通信に関する一考察, 北沢亮宏, 清水謙汰, 福森康洋, 植村涉, 人工知能学会第 50 回 SIG-Challenge 研究会 . 2018 .

2) 無線コントローラにおける制御対象の選択方法に関する一考察, 清水謙汰, 辻和輝, 植村涉, 人工知能学会第 50 回 SIG-Challenge 研究会 . 2018 .

3) 可視光通信を用いた制御対象を選択できるリモコンの提案と評価, 清水謙汰, 辻和輝, 植村涉, IEEE CE ソサイエティ西日本合同チャプタ主催 1 月研究会 . 2018 .

4) 操縦者の向きを考慮した全方位移動ロボット用操縦デバイスの提案と評価, 辻和輝, 伊地智将志, 清水謙汰, 植村涉, IEEE CE ソサイエティ西日本合同チャプタ主催 1 月研究会 . 2018 .

5) 画像へのデータ埋め込みによるスマートフォンを用いた安否情報運搬システムの提案と評価, 平野敦士, 大黒康平, 植村涉, IEEE 主催 2017 年度 第 1 回「学生研究発表会」. 2017 .

6) 可視光通信を用いたロボット制御のための信号強度取得に関する一考察, 清水謙汰, 端山稜人, 福森康洋, 植村涉, 人工知能学会第 47 回 SIG-Challenge 研究会 . 2017 .

7) 可視光通信の利得制御方法に関する一考察, 端山稜人, 植村涉, 人工知能学会第 47 回 SIG-Challenge 研究会 . 2017 .

8) 自律移動ロボットの現状と今後について ~ ロボット競技会を通して ~, 植村涉, 第 12 回社会システム部会研究会 . 2017 .

9) 距離情報を用いた物体認識に関する一考察, 津田諒太, 植村涉, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 . 2016 .

10) マルチエージェントにおけるポテンシャル場を用いたタスク管理者の選出方法に関する一考察, 内海孝亮, 植村涉, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 . 2016 .

11) Fawkes を用いたマルチロボットにおける一方通行ルールの提案と評価, 辻和輝, 内海孝亮, 植村涉, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 . 2016 .

12) ロボットミドルウェアである Fawkes を用いた後方接近物の通知方法に関する一考察, 北沢亮宏, 木綱智, 辻和輝, 内海孝亮, 植村涉, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 . 2016 .

13) Fawkes を用いたロボットアームの制御, 木綱智, 辻和輝, 内海孝亮, 植村涉, 計測自動制御学会 システム・情報部門 学術講演会 . 2016 .

14) マルチエージェントにおける位置に応じたタスク管理方法の検討, 内海孝亮, 植村涉, 人工知能学会第 45 回 SIG-Challenge 研究会 . 2016 .

15) Fawkes を用いたマルチロボットにおける一方通行ルールの提案と評価, 辻和輝, 内海孝亮, 植村涉, 人工知能学会第 45 回 SIG-Challenge 研究会 . 2016 .

16) ロボットミドルウェアである Fawkes を用いた後方接近物警告ベルトの作成と評価, 北沢亮宏, 木綱智, 辻和輝, 内海孝亮, 植村涉, 人工知能学会第 45 回 SIG-Challenge 研究会 . 2016 .

17) 渋滞に対する複数ロボットの経路設定に関する一考察, 内海孝亮, 植村涉, 人工知能学会第 42 回 SIG-Challenge 研究会 2015 .

18) 全方位移動ロボットに対する移動指示インタフェースの評価, 辻和輝, 植村涉, 人工知能学会第 42 回 SIG-Challenge 研究会 . 2015 .

19) 自律移動ロボットの環境地図作成のための簡易測域センサの利用と評価, 津田諒太, 植村涉, 人工知能学会第 42 回 SIG-Challenge 研究会 . 2015 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :

国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

<http://friede.elec.ryukoku.ac.jp>

6．研究組織

(1)研究代表者

植村 渉 (Uemura Wataru)

龍谷大学・理工学部・講師

研究者番号： 30434723