

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330116

研究課題名(和文)社会的弱者に適用可能な減災情報提供方式

研究課題名(英文)Mitigation Information Provide System for Socically Disable Persons

研究代表者

水野 修 (Mizuno, Osamu)

工学院大学・情報学部(情報工学部)・教授

研究者番号：80508846

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：災害発生時には通常と異なる状況が起き、通信インフラを使用できなくなる。本研究では、社会的弱者に対し状況の把握と的確な誘導を行い、避難所への補助者を派遣する減災情報提供方式を目的とする。本研究では、(1)状況把握と誘導、(2)状況の伝達と収集、(3)状況の判断と情報提供を検討した。(1)電子白杖による検知精度向上、他者との衝突回避方式を実現した。(2)MANET-DTNハイブリッド方式の確立とICNによるデータ取得方式を実現した。(3)状況に呼応して行動ルールを提供するシステムを構築した。以上から社会的弱者に対する的確な避難誘導や避難所での補助実現のために情報提供方式の技術基盤を確立できた。

研究成果の概要(英文)：In case of disaster, social infrastructures including roads, utilities and telecommunication will be damaged. Objectives of this research are to grasp the situation to the socially vulnerable people and give them guidance and assistance to reach the evacuation area. This research includes (1) to grasp situations, (2) to transmit information, (3) to provide information. (1) We realizes improvement of detection precision by an electronic white cane and realize the collision avoidance method with others. (2) We proposed the MANET-DTN hybrid method and the data acquisition method by ICN, and shown those availability. (3) We constructed the system that provides action rules in response to the situation. As a result, we established the technical infrastructure of the information provision method for guiding socially vulnerable people.

研究分野：情報通信ネットワーク

キーワード：アドホックネットワーク DTN コンテキストウェアネス プレゼンス 電子白杖 情報指向ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

都市部での震災が予想されている。都市災害発生時には、瓦礫や避難者の滞留など通常と大きく異なる状況が刻々と変化し、また携帯電話などの既存の通信インフラを使用できなくなる想定される。このとき、情報通信技術を活用し、社会的弱者に対し状況の把握と的確な誘導を行ったり、避難所への補助者を派遣する減災情報提供方式が強く求められる。これは、以下の3要素から構成できる。

- (1) 状況把握と誘導
- (2) 状況の伝達と収集
- (3) 状況の判断と情報提供

研究動向を以下に示す。

(1) 現場での状況の把握と誘導：

老人や障がい者等の社会的弱者に対し情報通信技術により行動をサポートするという社会的要請に呼応し、我が国では血圧や脈拍などをセンサで把握するシステムや、視覚障がい者が用いる白杖にセンサを具備した“電子白杖”が提案されている。電子白杖の利用により、危険検知および誘導を行う方式について検討が進められている。この方式では、センシングの精度向上と利用者への通知方法の確立が必須である。

(2) 状況の伝達と収集：

災害時の通信手段として、アドホックネットワーク技術を用いることが、山間部や沿岸部を対象に多数提案されている。しかしながら、都市の特性を考慮したネットワーク、特に中継ノードの密度が著しく偏った状況での伝送方法の確立には至っていない。

(3) 状況の判断と情報提供

ネットワークに接続された利用者の状況(コンテキスト)を取得し、利用者に適した情報を提供する観点では、コンテキストウェアネス方式が知られている。コンテキストとして継続的に取得可能な利用者の位置情報や嗜好情報を用いることで、登下校時における児童の見守りやショッピング情報などの実証実験が進められている。この方式では、コンテキストが把握できないために発生するコンテキスト情報欠落への対応が必須である。

2. 研究の目的

地震等による都市災害発生が予想されており、減災のための情報提供手段の確保が求められている。アドホックネットワークによる通信手段の確保について検討されているが、それらを活用した情報提供方式、特に視覚障がい者等の社会的弱者の避難誘導や補助のための情報提供方式を確立する必要がある。そこで、災害発生直後の通信品質が不安定な環境下において、社会的弱者に対しいかなる避難誘導や避難所での補助を実現するために、センサを具備した白杖からのコンテキストと呼ばれる状況の把握・誘導方式、アドホックネットワークによるコンテキストの伝送・収集方式、並びに情報提供のためのコン

テキスト判断・提供方式を明確にし、それらを組み合わせた減災情報提供システムの構築法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

1. に示した(1)～(3)について、以下の方法で検討を進めた。

(1) 状況の把握と誘導

白杖に搭載したBLEビーコンにより、歩きスマホユーザの接近を検知する方式及び多段階の警告通知を実現する方式を提案した。また、高齢者や幼児の心理的・物理的ストレスの度合いを示すため、NIRSを用いたコンテキスト推定方式を提案した。

(2) 状況の伝達と収集

都市災害を想定して、比較的多くのノードが存在する箇所と、ノード数が疎の場所が偏在すると仮定する。この状況で、アドホックネットワークの一種であるMANET(Mobile Adhoc Network)の適用可能性を明らかにし、DTN(Delay Tolerant Network)との統合、あるいは、新たな通信方式の適用について、シミュレーションを中心に検討、評価をすすめた。また、簡易的な装置を試作し、これら異種の伝送手段が混在できるか確認する。

(3) 状況の判断と情報提供

開発済のサーバシステムに必要機能を追加し、効果を確認する。

なお、災害時にとどまらず、(1)状況の把握と誘導、(2)状況の伝達と収集、(3)状況の判断と情報提供について、汎用化を意図して検討を進めた。

4. 研究成果

(1) 現場での状況の把握と誘導：

これまで段差については、正面方向のみが対象であったが、推定アルゴリズムを改善することにより、側方にある段差も検知可能とした。また、被災時の限定された通信環境の下で有効な誘導を実現するための誘導方式の検討を行った。道路形状を考慮すると、方向転換箇所が限定されるため、通信回数を軽減できることをシミュレーションにより明らかにした。

さらに、現在急増し、視覚障がい者の脅威となっている、歩きスマホのユーザに対して、視覚障がい者からビーコンを送出することにより、視覚障がい者からビーコンを送出することにより、早期の接近通知を実現する方式を提案し(図1)、試作システムにより効果を確認した(表1)。

また、高齢者や幼児の診療中における心理的・物理的ストレスの度合いを医師に通知するために、NIRS(Near-InfraRed Spectroscopy)を用いる試作システムをコンテキストウェアのプラットフォームを用いて開発した。NIRS測定装置を用いて取得できる脳内ヘモグロビンの濃度を活用し、様々な状況におけるユーザの心的状態を、ユーザ

コンテキストとして推定可能であることを実験により確認した(図2)。

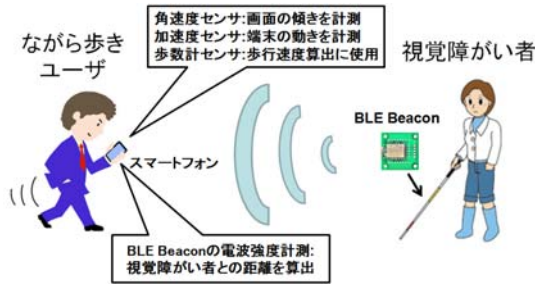


図1 歩きスマホ検出・通知システム
表1 平均距離算出結果

接近距離		12.5 m	7.5m	3m
平均距離算出	案1	83.4%	83.4%	66.7%
正解率	案2	83.4%	66.7%	100%

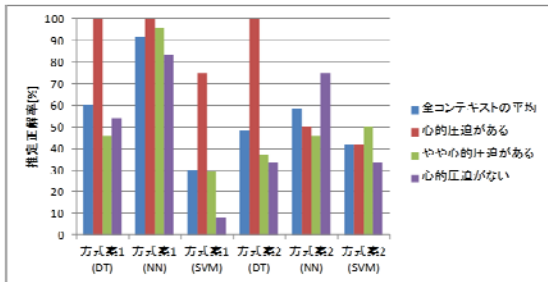


図2 NIRSを用いたコンテキスト推定結果

(2) 状況の伝達と収集

端末が密集した状況と疎な状況が混在することを考慮し、MANETとDTNを切替えるデュアルモードネットワーク方式を提案した。MANET, DTNのみに比べ、シミュレーションによりで情報伝達速度と端末の消費電力の点で優位であることを示した。図3は、端末が500台移動した場合の、DTN, MANET, 両方式の混在(既存研究), デュアルモード(提案方式)の情報取得完了までの時間差, 図4は電力消費量を示している。

提案方式は、DTN, MANET 単独よりも情報取得完了までの時間が短く、また既存方式と比べ、電力消費量が小さいことが明らかになった。

また、サーバまでの経路維持が難しい場合を想定し、ICN(Information Centric Network)技術を応用し、各伝達ノードがデータを一時的にキャッシュすることで短い経路でデータを取得する方式を提案し、シミュレーションおよび実験により有用性を確認した。さらに経路構築方式およびデータ取得方式を検討し、ネットワークを構成するリンクやノードの負荷を均一化する経路切り替え方式について、シミュレーションにより効果を確認した。図5はノードが1km四方の空間に、情報を発信するノードが196個、収集するノードが4個存在し、データの90%以上が到達できる時間を比較した例である。データをマルチホップのみで伝送する場合(Multi-hopped), 中継するノードでキャッシュする場合(Cache)と比べ、経路切り替え

を行う提案方式は10%程度の継続時間の改善が見られた。

また、これまでの検討結果を踏まえ、MANET(Mobile Adhoc NETWORK)とDTN(Delay Tolerant Network)のハイブリッドノード、およびICNノードを実装し、実験により動作確認を行った。

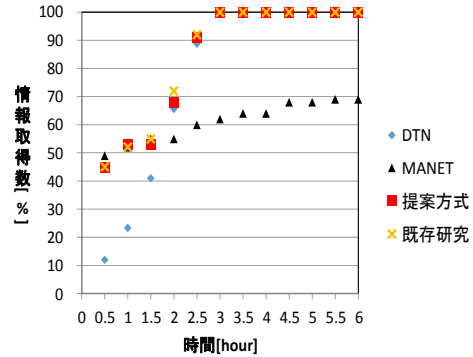


図3 情報収集速度の比較

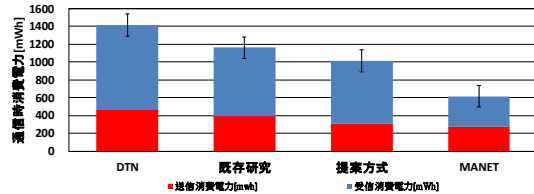


図4 電力消費量の比較

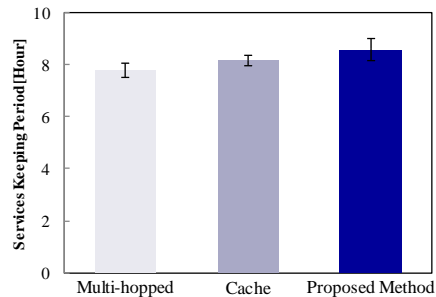


図5 通信継続時間の比較

(3) 状況の判断と情報提供

さまざまなコンテキスト事案を勘案し、被災状況や情報提供対象の状況を推定する方式を検討した。災害時の状況や利用者の状況に呼応して行動ルールを提供するシステムを構築した(図6)。また災害時の状況や利用者の状況に呼応して行動ルールを提供するシステムについて、ユーザ評価にて指摘された点について改善を図った。

(1)~(3)の結果により、通信品質が不安定な環境下において、社会的弱者に対する確な避難誘導や避難所での補助実現のために情報提供方式の技術基盤を確立できた。

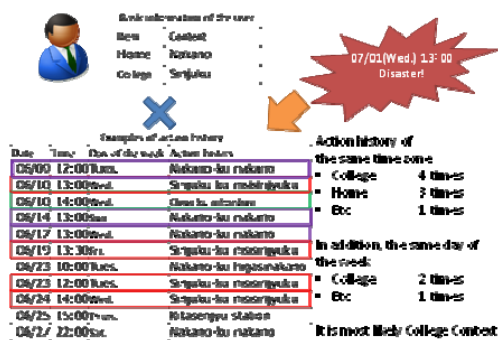


図6 行動ルールの提供

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1件)

- [1]改田高大, 小池将史, 水野 修, “情報指向型ネットワークを適用したセンサネットワークにおけるデータキャッシュ方式”, 電子情報通信学会論文誌B, 査読有, Vol. J100-B, No. 2, PP. 48-58, 2017年2月1日 DOI = 10.14923/transcomj.2016GTP0004

[学会発表] (計36件)

- [1]寺澤光明, 宮木 洋, 新津善弘, “NIRSを用いたコンテンツ視聴における時系列の変化を考慮したQoE評価法”, 第22回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017年3月4日東海大学 高輪キャンパス (東京都港区)
- [2]中澤祐貴, 宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた屋内位置情報共有法”, 第22回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 2017年3月4日, 東海大学 高輪キャンパス (東京都港区)
- [3]松本卓也, 水野 修, “MANET-DTN 統合ネットワークの実装評価”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2017年, 3月3日, 残波岬ロイヤルホテル (沖縄県宜野湾市).
- [4]大割健史, 水野 修, “OpenFlowを用いたネットワーク管理システムにおけるネットワークポリシー編集機能の評価”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2017年, 3月3日, 残波岬ロイヤルホテル (沖縄県宜野湾市).
- [5]小池将史, 水野 修, “情報指向型ネットワーク方式に基づくセンサネットワークにおけるキャッシュ参照率向上手法”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2017年, 3月2日, 残波岬ロイヤルホテル (沖縄県宜野湾市).
- [6]永井翔平, 水野 修, “コンテンツセントリックネットワークのユーザプライバシー保護のためのコンテンツ取得方式”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2017年, 3月2日, 残波岬ロイヤルホテル (沖縄県宜野湾市).
- [7]宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた視覚障がい者歩行支援法”, 電子情報通信

学会ネットワークシステム研究会, 2017年1月26日, 鹿児島市町村自治会館 (鹿児島県鹿児島市)

- [8]永井翔平, 水野 修, “コンテンツセントリックネットワークにおける配信権利付与方式”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2016年10月21日, 大阪大学中之島キャンパス (大阪府大阪市)
- [9]Masafumi Koike, Osamu Mizuno, “Propose of The Dynamic Route Switching Method in Information-Centric Networking-based Wireless Sensor Network”, The 18th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS2016), 査読有, 2016年10月7日, 金沢商工会議所 (石川県金沢市)
- [10]宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた視覚障がい者歩行支援法”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2016年9月22日, 北海道大学 (北海道札幌市)
- [11]小池将史, 水野 修 “情報指向型ネットワーク方式に基づくセンサネットワークにおけるクラスタリングを用いた電力消費削減法の検討”, 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2016年9月21日, 北海道大学 (北海道札幌市)
- [12]小池将史, 水野 修, “情報指向型ネットワーク方式に基づくセンサネットワークにおける長寿命化の検討”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2016年7月16日, 松前町総合センター (北海道松前町)
- [13]大割健史, 水野 修, “OpenFlowを用いたネットワークポリシーの動的切り替え手法”, 電子情報通信学会情報ネットワーク研究会, 2016年7月15日, 松前町総合センター (北海道松前町)
- [14]宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた視覚障がい者歩行支援法”, 電子情報通信学会ネットワークソフトウェア研究会, 2016年6月3日, 芝浦工業大学豊洲キャンパス (東京都江東区)
- [15]宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた視覚障がい者歩行支援法”, 2016年情報処理学会全国大会, 2016年3月11日, 慶應義塾大学矢上キャンパス (神奈川県横浜市)
- [16]中川皇希, 宮木 洋, 新津善弘, “電子白杖利用時のドップラーセンサを用いた動的障害物検知方式”, 第21回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会 2016年3月5日, 東海大学 高輪キャンパス (東京都港区)
- [17]宮木 洋, 新津善弘, “BLE Beaconを用いた視覚障がい者歩行支援法”, 電子情報通信学会ネットワークソフトウェア研究会, 2016年1月21日, 博多バスターミナルホール (福岡県福岡市)
- [18]長谷川靖恭, 新津善弘, “生体情報を用いた心的圧迫状態推定方式”, 電子情報通信学会ネットワークシステム研究会, 2016

- 年1月21日,博多バスターミナルホール(福岡県福岡市)
- [19]芳根 歩,大割健史,水野 修,“減災情報ネットワークにおけるOpenFlowコントローラ冗長化方式”,電子情報通信学会情報ネットワーク研究会,2015年12月17日,広島市立大学(広島県広島市)
- [20]改田高大,永井翔平,水野 修,“NetInfによる複数のM2Mサービスのためのセンサネットワーク実現方式”,電子情報通信学会情報ネットワーク研究会,2015年12月17日,広島市立大学(広島県広島市)
- [21]飯塚 航,水野 修,“複合災害対策システムのためのユーザコンテキスト推定方式の実験的評価”,電子情報通信学会ネットワークソフトウェア研究会,2015年12月17日,松山市総合コミュニティセンター(愛媛県松山市)
- [22] Yasunori Hasegawa, Yoshihiro Niitsu, “Presumption method of psychological pressure state using biological sensors”, 2015 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 査読有, 2015年10月28日,大韓民国済州島, DOI: 10.1109/ICTC.2015.7354491
- [23]松本卓也,水野 修,“MANET-DTN統合ネットワークにおけるデータ配信方式の提案”,2015年電子情報通信学会ソサエティ大会,2015年9月9日,東北大学青葉キャンパス(宮城県仙台市)
- [24] Shouhei Nagai, Takahiro Kaida, Osamu Mizuno, “The group data access control method in content centric network”, 10th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT), 2015, 査読有, 2015年8月7日,スリランカ国コロンボ市, DOI: 10.1109/APSITT.2015.7217101
- [25] Takeshi Oowari, Ayumu Yoshine, Osamu Mizuno, “The dynamic network configuration method that reflects user requests using openflow”, 10th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT), 査読有, 2015年8月7日,スリランカ国コロンボ市, DOI: 10.1109/APSITT.2015.7217103
- [26] 神山智行,浅谷耕一,水野 修,“オープンフローネットワークにおける可用帯域とホップ数を考慮したマルチパスルーティング方式の適用性評価”,電子情報通信学会ネットワークソフトウェア研究会,2015年6月5日,旭川市ときわ市民ホール(北海道旭川市)
- [27] 池間優司,水野 修,“都市災害におけるMANET-DTN統合ネットワークを用いた情報収集システムの評価”,2015年電子情報通信学会総合大会,2015年3月10日,立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)
- [28] 飯塚航,水野 修,“災害情報提供のプラットフォームのためのコンテキスト推定方式”,2015年電子情報通信学会総合大会,2015年3月10日,立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)
- [29] 三塚浩平,水野 修,“都市災害時を想定した歩行者ナビゲーション方式の評価”,2015年電子情報通信学会総合大会,2015年3月10日,立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)
- [30] 池間優司,水野 修,“統合ネットワークを用いた情報収集システムにおけるDTNモード通信制御方式”,電子情報通信学会情報ネットワーク研究会,2015年3月2日,沖縄コンベンションセンター(沖縄県宜野湾市)
- [31] 渡辺龍一,川島広一郎,新津善弘,“電子白杖利用時の側方段差推定方式”,電子情報通信学会学生会第20回東京支部研究発表会,2015年2月28日,明治大学駿河台キャンパス(東京都千代田区)
- [32] 飯塚 航,水野 修,“複合災害対策システムのためのコンテキスト推定方式”,電子情報通信学会第6回ネットワークソフトウェア研究会,2015年1月23日,八丈町商工会館(東京都八丈島町)
- [33] 川島広一郎,新津善弘,“電子白杖利用時の画像認識を活用した障害対象推定高度化に関する研究”,電子情報通信学会ネットワークシステム研究会,2015年1月22日,八丈町商工会館(東京都八丈島町)
- [34] 池間優司,水野 修,“MANET-DTN統合ネットワーク実現に向けたデュアルモードノード方式の評価”,2014年電子情報通信学会ソサエティ大会,2014年9月26日,徳島大学(徳島県徳島市)
- [35] 飯塚航,水野 修,“要求電力量を対象としたコンテキスト推定方式”,2014年9月26日,徳島大学(徳島県徳島市)
- [36] 川島広一郎,新津善弘,“電子白杖利用時の画像認識を活用した障害箇所検知高度化に関する検討”,2014年電子情報通信学会ソサエティ大会,2014年9月25日,徳島大学(徳島県徳島市)
- [37] Takahiro KAIDA, Osamu MIZUNO, “Applying NetInf for the M2M Service Platform”, The 16th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS 2014), 査読有, 2014年9月18日,台湾新竹市
- [38] 新津善弘,谷口敏基,“ながら歩きユーザに対する視覚障がい者接近通知システム”,電子情報通信学会第4回ネットワークソフトウェア研究会,2014年6月6日,とちぎプラザ(北海道帯広市)

[その他]
ホームページ等
<http://mizunolab.net/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水野 修 (MIZUNO, Osamu)

工学院大学・情報学部・教授

研究者番号：80508846

(2) 研究分担者

新津 善弘 (NIITSU, Yoshihiro)

芝浦工業大学・システム理工学部・教授

研究者番号：00365553