

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：21201

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23310111

研究課題名(和文)ネバーダイネットワークの概念による大規模災害情報システムの構築と実証実験

研究課題名(英文)Large Scale Disaster Centric Never Die Network on Challenged Network Environment

研究代表者

柴田 義孝 (Yoshitaka, Shibata)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授

研究者番号：80129791

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 15,000,000円、(間接経費) 4,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では大規模災害時における住民の安心・安全性を確保する為の情報通信手段として、衛星通信と異種の複数無線を組み合わせたオール無線によるネバー・ダイ・ネットワークシステムを開発した。衛星通信や小型軽量自立電源を有する高速無線アクセスや無線LANを複数組み合わせ、通常時は元より災害時においてもシステム故障や通信切断箇所を自動的に監視して、縮体しながらも稼働可能なコンポーネットによる最も適切なリンクや経路を選択し、動的にネットワークを制御・再構成し、自立的にしぶとく稼働させることにより大規模災害情報システムを実現した。そしてフィールド実証実験による性能評価を行い有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this research, as robust and resilient information network means to guarantee residents' safe and relieved lives even on a large scale disaster, Never Die Network is developed based on all wireless networks by integrating multiple different types of wireless networks and satellite IP network. Specifically, the proposed network system is realized by combining satellite IP network and highspeed wireless LANS with self-power supply units. This network system can automatically observe the system and communication failures, and control and reconfigure the original network into revised one by automatically selecting the links to keep the connectivity and reliability for both normal and emergency cases. We designed and implemented a prototype system of our proposed large scale disaster network to evaluate the performance function through the field test. As result, we could verify the effects and usefulness of our proposed network system.

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学 社会システム工学・安全システム

キーワード：災害情報 対故障性 分散システム 無線LAN 安否情報 SDN コグニティブ無線 モバイルネットワーク

1. 研究開始当初の背景

日本の国土の約 7 割は山間地域であり、一旦地震、津波、豪雨などの自然災害が発生すると道路決壊や斜面のがけ崩れなどより孤立する町村や集落が多く存在する。また中山間地域の情報通信インフラ整備は進んでおらず、2005 年新潟中越地震や 2008 年岩手・宮城内陸地震に見られるように電力、情報通信、携帯電話が利用できず災害情報の収集や応急対応には困難をきわめた。また中山間地域では高齢化が加速しており、住民の防災力が低下し安心・安全の確保がますます困難となって来ており、大規模災害に対応できるネットワークシステムが重要である。

2. 研究の目的

本研究では大規模災害時における住民の安心・安全性を確保するための情報通信手段として、衛星通信と異種の複数無線を組み合わせたオール無線によるネバー・ダイ・ネットワーク(Never Die Network)システムの開発と実用化実験を実施する。具体的には衛星通信や小型軽量自立電源を有する高速無線アクセスや無線 LAN を複数組み合わせ、通常時は元より災害時においてもシステム故障や通信切断箇所を自動的に監視して、縮体しながらも稼働可能なコンポーネットによる最も適切なリンクや経路を選択し、そして動的にネットワークを制御・再構成し、自立的にしぶとく稼働させることにより、大規模災害時においても都市部や中山間地域住民の安心・安全な生活を確保できる大規模災害情報システムの研究開発を目的とする。

3. 研究の方法

本研究は中山間地域の災害情報ネットワークシステムの実現を目指すことから、岩手県立大学付属の地域防災情報研究所を中心とし岩手山麓(滝沢村)および北上山地(葛巻町)を実験フィールドとして本研究システムを構築しこれらをいわて情報ハイウェイにより相互接続して実施する。また大規模災害を想定した研究開発のため、本研究システムと Japan Gigabit Network II (以下 JGN2plus) により岩手県立大学、静岡県立大学、埼玉工業大学を相互接続し、各大学間で連携をとりながら研究を分担し、開発システムを共有しテレビ会議システムを使用しながら実施する。岩手県立大学は主として、コグニティブ無線ネットワークをベースとした固定中継局、移動中継ノード、空中中継ノードによるネットワークシステム全体の基本設計、無線通信プロトコル、映像音声通信ミドルウェア、耐故障性アルゴリズムの設計および開発を担当する。静岡県立大学では、主に安否情報サーバや災害情報サーバの分散化や同期ミラーリングシステムの開発を行う。埼玉工業大学では主として無線通信プロトコルの移動中継ノードのスマートアン

テナシステムや研究開発と通信実験評価を行う。それぞれの研究機関で開発された災害情報システムは JGN2plus 上で共有され、全体として大規模災害に対応できるネットワークシステムを実現する。

4. 研究成果

23 年度においては、まず衛星通信と複数の異種無線の組合せによるネバー・ダイ・ネットワークのモデルを構築した。実際に衛星通信と複数無線上において、通信環境と通信環境を監視し、縮体しながらも稼働可能なコンポーネットによる最も適切なリンクや経路を選択し、そして動的にネットワークを制御・再構成できるアルゴリズムを開発サーバ上にエミュレーションとして実装し、各種故障や過負荷の場合を想定し、機能および性能評価により本方式の有効性を確認した。また本ネバー・ダイ・ネットワーク機能を組み込んだ PC ルータを用意し、衛星通信、複数の高速無線ネットワークを新たに導入して組み合わせ、これらを通信環境や接続形態により動的に無線リンクや経路を選択可能なコグニティブ無線ネットワークシステムを開発した。

24 年度は、新たに Software Defined Network のフレームワークをベースとして、複数の無線通信回線のリンクから最適なリンクを AHP 法に基づいて選択する方法を開発した。またこれらの機能を実現するために、OpenFlow Controller により動的に切り替えるアルゴリズムとアーキテクチャを開発し、プロトタイプシステムにより性能評価による実証実験を行い、その有効性と今後の課題を検証した。また GPS 位置情報を考慮した無線ノード間のアンテナ指向制御方法を開発し、車・固定中継車間での通信制御システムを開発し、フィールド実験にて性能評価を行いその有効性と改善点を明らかにした。また災害情報共有サーバシステム(LaDIPS)を移動型サーバに改良し、さらに通信途絶環境を考慮するため Delay Tolerant Network (DTN) を導入して、複数分散移動可能な災害情報共有システムの基本構成、アーキテクチャおよび移動サーバの仮想化を実現した。またクライアント端末の PC ベースからアンドロイド端末への移植を行い表示を可能とした。

25 年度は 360° 全方位カメラ、環境センサーにより被災地周辺映像とセンサー情報を収集し、これらを 3G/LTE 網および無線 LAN により情報サーバに送り、Internet を利用して被災地状況を監視・記録できる車載型全方位映像転送システムのプロトタイプ構築して性能評価を行った結果、その有効性を確認することが出来た。

また気球ワイヤレスネットワークシステ

ムの研究開発については、これまでの気球ノードを小型軽量化するために薄型軽量フィルム素材のエーバル材により製作した結果、1.8Kg と軽量化でき、また上空でこれまでの風の影響を避けるために、楕円体形状を作成して風力実験を行った結果、風速 8 m/sec の条件でも、通信にほとんど影響が無い状態に安定させることができた。防災クラウドによる安心・安全情報システムの開発については、新たに Internet 上に複数の自治体で共有できる環境を LinuxOS ベースのクラウドシステムを開発した。

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 8 件)

- 1) Yoshitaka Shibata, Noriki Uchida and Norio Shiratori, "Analysis of and Proposal for a disaster information network from experience of the great east japan earthquake", IEEE Communications Magazine, Vol. 52, Issue. 3, pp. 44-50, Mar. 2014. (10.1109/MCOM.2014.6766083) 査読有
- 2) Noriki Uchida, Noritaka Kawamura and Yoshitaka Shibata, "Autonomous Directional Antenna Control for Delay Tolerant Networking based Disaster Information Network System in Local Areas", IT CoNvergence PRactice (INPRA), ISSN: 2288-0860, (Online), Vol. 1, No. 3, pp. 39-48, Sep. 2013. (<http://isyou.info/inpra/papers/inpra-v1n3-03.pdf#search='Autonomous+Directional+Antenna+Control+for+Delay+Tolerant+Networking+based+Disaster+Information+Network+System+in+Local+Areas'>) 査読有
- 3) Norio Shiratori, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata and Satoru Izumi, "Never Die Network towards Disaster-resistant Information Communication Systems", ASEAN Engineering Part D, Vol. 1, No. 2, pp. 6-22, ISSN 2286-7686, Mar. 2013. 査読有
- 4) Noriki Uchida, Norihiro Kawamura, Hiroaki Yuze and Yoshitaka Shibata, "Delay Tolerant Networks on Vehicle-to-Vehicle Cognitive Wireless Communication with Satellite System for Disaster Information System in a Coastal City", IT Convergence Practice, (INPRA), ISSN: 2288-0860 (Online), Vol. 1, No. 1, pp. 53-66, Mar. 2013. (<http://isyou.info/inpra/papers>

- [/inpra-v1n1-05.pdf#search='Delay+Tolerant+Networks+on+Vehicle+to+Vehicle+Cognitive+Wireless+Communication+with+Satellite+System+for+Disaster+Information+System+in+a+Coastal+City'">/inpra-v1n1-05.pdf#search='Delay+Tolerant+Networks+on+Vehicle+to+Vehicle+Cognitive+Wireless+Communication+with+Satellite+System+for+Disaster+Information+System+in+a+Coastal+City'](#)) 査読有
- 5) Noriki Uchida, Kazuo Takahata, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, "Never Die Network Based on Cognitive Wireless Network and Satellite System for Large Scale Disaster", Journal of Wireless Mobile Networks, Ubiquitous Computing and Dependable Applications, (JoWUA), Vol. 3, No. 3, pp. 74-93, Sep. 2012. (<http://isyou.info/jowua/papers/jowua-v3n3-5.pdf#search='Never+Die+Network+Based+on+Cognitive+Wireless+Network+and+Satellite+System+for+Large+Scale+Disaster'>) 査読有
 - 6) 柴田義孝, 木村かおり, "災害時の情報インフラの課題について", 日本創傷・オストミー・失禁管理学会誌, 16 巻 4 号, pp.341-342, 2012 年 査読有
 - 7) Yoshitaka Shibata, Noriki Uchida and Yuji Ohashi, "東日本大震災時における情報通信ネットワークの状況と分析 Telecommunication Status and Analysis of Information Network Systems on East Japan Great Earthquake", 日本バーチャルリアリティ学会誌, 17 巻 1 号, pp. 10-15, 2012 年 3 月 査読有
 - 8) 内田法彦, 柴田義孝, "東日本大震災におけるトラフィック分析と接続性を考慮した防災災害情報システム", 日本地震工学会誌, 第 17 巻, pp.64-67, 2012 年 7 月 査読無

[学会発表](計 85 件)

- 1) Yoshitaka Shibata, Sanetaka Arimura, Yuji Ohashi and Noriki Uchida, "A New Wireless Micro-balloon Network for Disaster Use", The Sixth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2014), May. 14, 2014. Victoria, Canada.
- 2) Go Hirakawa, Phyu Phyu Kwe and Yoshitaka Shibata, "Automotive Sensor Network Platform for Disaster Information System", The Sixth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2014), May. 14, 2014. Victoria, Canada.
- 3) Noriki Uchida, Noritaka Kawamura, Kazuo Takahata and Yoshitaka Shibata, "Proposal of Dynamic FEC Controls with Population Estimation Methods for Delay Tolerant Networks", The Sixth International Workshop on Disaster and

- Emergency Information Network Systems, (IWDENS2014), May. 14, 2014. Victoria, Canada.
- 4) Tomoyuki Ishida, Yoichiro Shimizu, Kazuhiro Takahagi, Akira Sakuraba, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Construction of Integrated Safety Confirmation System Using the IC Card", The Sixth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2014), May. 14, 2014. Victoria, Canada.
 - 5) Go Hirakawa and Yoshitaka Shibata, "Implementation of Automotive Sensor Information Server Platform", 2013 International Workshop on ICT, CD-ROM, Dec. 13, 2013. Beppu Kamenoi Hotel, Beppu City, Oita, Japan.
 - 6) Noriki Uchida, Noritaka Kawamura, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, "Proposal of Data Triage Methods for Disaster Information Network System based on Delay Tolerant Networking", The 7th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications, (BWCCA2013), pp.15-21, Oct. 28, 2013. University of Technology of Compiègne, Compiègne, France.
 - 7) Tomoyuki Ishida, Akira Sakuraba, Kaoru Sugita, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Construction of Safety Confirmation System in the Disaster Countermeasures Headquarters", The 4th International Workshop on Multimedia, Web and Virtual Reality Technologies and Applications, (MWVRTA 2013), pp. 574-577, Oct. 30, 2013. University of Technology of Compiègne, Compiègne, France.
 - 8) Tomoyuki Ishida, Akira Sakuraba, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Proposal of Disaster Management Support System Using Tiled Display Wall Environment", The 8th International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-Existence, (INVITE2013), pp. 305-310, Sep. 5, 2013. Gwangju, Korea, KDJ Convention Center.
 - 9) Yasuo Ebara, Satoshi Noda, Akira Sakuraba and Yoshitaka Shibata, "An Experiment on Ultra-resolution Video Transmission with Tiled Display Wall in Wide-Area Network", The 16th International Conference on Network-Based Information Systems, (NBIS2013), pp. 317-322, Sep. 5, 2013. Gwangju, Korea, KDJ Convention Center.
 - 10) Noriki Uchida, Noritaka Kawamura and Yoshitaka Shibata, "Delay Tolerant Network with Directional Antenna Control for Disaster Information System", The 16th International Conference on Network-Based Information Systems, (NBIS2013), pp. 222-227, Sep. 5, 2013. Gwangju, Korea, KDJ Convention Center.
 - 11) Akira Sakuraba, Satoshi Noda, Tomoyuki Ishida, Yasuo Ebara and Yoshitaka Shibata, "Tiled Display Environment to Realize GIS Based Disaster Information System", The 16th International Conference on Network-Based Information Systems, (NBIS2013), pp. 311-316, Sep. 5, 2013. Gwangju, Korea, KDJ Convention Center.
 - 12) Yoshitaka Shibata, Noriki Uchida and Norio Shiratori, "Problem Analysis and Improvement of Disaster Information Network and System from Experiences of the Great East Japan Earthquake", IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2013, (R10-HTC2013), pp. 204-209, Aug. 28, 2013. (Invited Paper) Tohoku University, Japan.
 - 13) Noriki Uchida, Noritaka Kawamura and Yoshitaka Shibata, "Evaluation of Cognitive Wireless Based Delay Tolerant Network for Disaster Information System in a Rural Area", The 7th International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, (CISIS2013), pp. 1-7, Jul. 3, 2013. Asia University, Taichung, Taiwan.
 - 14) Goshi Sato, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Implementation and Evaluation of Resilient Network Based on Cognitive Wireless Network Frame-work", The 7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, (IMIS2013), pp. 88-93, Jul. 3, 2013. Asia University, Taichung, Taiwan.
 - 15) Goshi Sato, Koji Hashimoto, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Network Link Selection Method for Disaster Oriented Mobile Network Based on OpenFlow Frame-Work", The 7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, (IMIS2013), pp. 326-330, Jul. 5, 2013. Asia University, Taichung, Taiwan.
 - 16) Kenta Ito, Kazuma Tsuda, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, "Wireless Networked Omni-directional Video Distribution System Based on Delay

- Tolerant Network on Disaster Environment” , The 7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, (IMIS2013) , pp. 331-335, Jul. 5, 2013. Asia University, Taichung, Taiwan.
- 17) Yoshitaka Shibata, Takuma Kon, Noriki Uchida and Koji Hashimoto, “Wide Area Seamless Surveillance Video System to Recognize and Track Moving Objects Based on Gigabit Network” , The 27th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, (AINA2013), pp. 569-576, Mar. 26, 2013. Catalonia Barcelona Plaza hotel, Barcelona, Spain.
 - 18) Noriki Uchida, Norihiro Kawamura, Nicholas Williams, Kazuo Takahata and Yoshitaka Shibata, “Proposal of Delay Tolerant Network with Cognitive Wireless Network for Disaster Information Network System” , The Fifth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2013), pp. 249-254, Mar. 28, 2013. Catalonia Barcelona Plaza hotel, Barcelona, Spain.
 - 19) Toshihiro Suzuki, Yoshitaka Shibata, Kazuo Takahata and Noriki Uchida, “Directional Antenna Control based Mobile Adhoc Network for Disaster Information System” , The Fifth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2013), pp. 231-236, Mar. 28, 2013. Catalonia Barcelona Plaza hotel, Barcelona, Spain.
 - 20) Yuto Sekino, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, “Disaster Information Network based on Software Defined Network Framework” , The Fifth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS013), pp. 237-242, Mar. 28, 2013. Catalonia Barcelona Plaza hotel, Barcelona, Spain.
 - 21) Saneatsu Arimura, Noriki Uchida and Yoshitaka Shibata, “Self Power Supplied Micro Wireless Ballooned Network for Disaster Recovery” , The Fifth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS013), pp. 255-260, Mar. 28, 2013. Catalonia Barcelona Plaza hotel, Barcelona, Spain.
 - 22) Noriki Uchida, Kazuo Takahata and Yoshitaka Shibata, “Proposal of Autonomous Cloud Based Network Control Methods for Disaster Information Network System with Cognitive Wireless Network” , 7th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications, (BWCCA2012), pp. 342-347, Nov. 14, 2012. University of Victoria, Victoria, Canada.
 - 23) Tomoyuki Ishida, Akira Sakuraba, Noriki Uchida, Koji Hashimoto and Yoshitaka Shibata, “A Unified Large Scale Disaster Information Presentation System Using Ultra GIS based Tiled Display Environment” ,The 7th International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence, pp. 550-555, (INVITE2012), Sep. 27, 2012. M La Trobe University, Melbourne, Australia.
 - 24) Noriki Uchida, Kazuo Takahata, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, “Local Area Network Reactivation in Never Die Network for a Large Scale Disaster” , The 15th International Conference on Network-Based Information Systems, (NBIS2012), pp. 89-96, Sep. 27, 2012. M La Trobe University, Melbourne, Australia.
 - 25) Akira Sakuraba, Tomoyuki Ishida and Yoshitaka Shibata, “A Method for User-location Estimation for Intuitive Input System on Very Large Display Space” , The 7th International Workshop on Network-based Virtual Reality and Tele-existence, (INVITE2012), pp. 528-533, Sep. 27, 2012. M La Trobe University, Melbourne, Australia.
 - 26) Takuma Kon, Noriki Uchida, Yoshitaka Shibata and Koji Hashimoto, “Evaluation of A Seamless Surveillance Video Monitoring System used by High-speed Network and High-resolution Omni-directional Cameras” , The 15th International Conference on Network-Based Information Systems, (NBIS2012), pp. 187-193, Sep. 27, 2012. M La Trobe University, Melbourne, Australia.
 - 27) Noriki Uchida, Kazuo Takahata, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, “Evaluation of Never Die Network for a Rural Area in an Ultra Large Scale Disaster” , The Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, (CISIS2012), pp. 307-313, Jul. 6, 2012. Sanpaolo Palace Hotel, Palermo, Italy.

- 28) Yoshitaka Shibata, Noriki Uchida and Yuji Ohashi. "Problem Analysis and Solutions of Information Network Systems on East Japan Great Earthquake", Fourth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems (IWDENS2012), pp. 1055-1059, Mar. 29, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.
- 29) Noriki Uchida, Kazuo Takahata, Yoshitaka Shibata and Norio Shiratori, "A Large Scale Robust Disaster information System based on Never Die Network", The 26th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, (AINA2012). pp. 89-96, Mar. 26, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.
- 30) Noriki Uchida, Kazuo Takahata and Yoshitaka Shibata, "Network Relief Activity with Cognitive Wireless Network for Large Scale Disaster" The Fourth International Workshop on Disaster and Emergency Information, Network Systems (IWDENS2012), pp. 1043-1047, Mar. 29, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.
- 31) Akira Sakuraba, Tomoyuki Ishida and Yoshitaka Shibata, "An Input Method for High-resolution Large 2D Desktop Environment Using Wireless Device with Joystick", The Eighth International Symposium on Frontiers of Information Systems and Network Applications, (FINA2012), pp. 1-6, Mar. 26, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.
- 32) Yutaka Sasaki and Yoshitaka Shibata, "A Disaster Information Sharing Method by The Mobile Servers in Challenged Networks", "The Fourth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2012), pp. 1048-1053 Mar. 29, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.
- 33) Toshihiro Suzuki and Yoshitaka Shibata, "Wireless Network System with Autonomous Antenna Actuator for Disaster Information", The Fourth International Workshop on Disaster and Emergency Information Network Systems, (IWDENS2012), pp. 1031-1036, Mar. 29, 2012. Fukuoka Institute of Technology, Japan.

〔図書〕(計 1件)

- 1) 白鳥則郎, 柴田義孝, 他 13名 5番目, "コンピュータ概論", 共立出版, 272ページ, 115-129, 2013年1月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柴田 義孝 (SHIBATA, YOSHITAKA)
 公立大学法人・岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・教授
 研究者番号：80129791

(2) 研究分担者

橋本 浩二 (HASHIMOTO, KOJI)
 公立大学法人・岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授
 研究者番号：80305309

湯瀬 裕昭 (YUZE, HIROAKI)

静岡県立大学・経営情報学部・准教授
 研究者番号：30240162

高畑 一夫 (TAKAHATA, KAZUO)

埼玉工業大学・人間社会学部・教授
 研究者番号：60226909

内田 法彦 (UCHIDA, NORIKI)

埼玉工業大学・人間社会学部・准教授
 研究者番号：10610298

P