

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：25406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00132

研究課題名(和文)受信者セントリックな災害時被災情報炊き出しシステムの構築

研究課題名(英文)Development of Receiver Centric Disaster Information Sharing System

研究代表者

重安 哲也(Shigeyasu, Tetsuya)

県立広島大学・経営情報学部・教授

研究者番号：90352046

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：大規模災害時にスマートフォン同士の直接通信でデータを収集・伝達し、災害対策本部や避難所などに情報を集約する被災情報炊き出しシステムの開発を行なった。被災情報収集が目的の既存システムと大きく異なり、本研究では、ネットワーク内キャッシュとコンテンツ指向型ネットワーク基盤の導入により1)周辺の道路寸断、建物倒壊等の情報を避難途中の被災者にプッシュ配信で2次災害を軽減し、2)倒壊建物内の生埋め・閉じ込め等を周辺に通知し、被災者間共助での早期救助を促進することを可能とする配信制御手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題では、被災情報配信システムの構築に関して、新たに開発した送信制御手法を積極的に、国際会議や学会論文誌に公開を行ってきた。

これらの開発した制御手法を広く公知の情報とすることで、新たに被災情報配信システムを開発する場合の有益な情報として活用できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：This study discussed with regard to the development of the disaster information delivery system dealing with the large disasters. The developed system based on the content centric network architecture for delivering disaster information without increasing network traffic. By introducing the network controlling methods, the developed system can 1) reduce the damages of second accident by push based information delivering, and 2) share among the neighbor evacuees about the disaster information like the burying alive evacuees, quickly.

研究分野：情報通信工学

キーワード：被災情報配信システム すれ違い通信 DTN コンテンツ指向型データ配信

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

地震等の大規模災害時に被害の拡大を最小限にとどめるには、被災情報を迅速かつ正確に把握することが必要である。内閣府が主催した中央防災会議による東日本大震災を経験した被災者を対象にした調査結果[1]でも「停電等が発生しても被災情報を確実に伝達することが重要である」という意見が多数を占めたことは記憶に新しい。

しかし、大規模災害発生時は建物の倒壊や地形変化に起因する既設公衆回線の切断や電源喪失、通信機器の故障、さらには、遠隔地から発信された安否確認のためのアクセスが集中することによる輻輳の発生が強く予想されるため、常設の回線を用いた通信システムは被災時に十分な通信インフラとしての役目を果たさない危険性が高い。事実、固定・携帯電話を問わずに東日本大震災では被災者生存確率が急激に低下する災害発生後 72 時間前後に通信障害がピークに達したことが平成 23 年度情報通信白書で報告されている。

そのため、被災地における通信システムの確立を目的とした減災情報システムに関する研究が盛んに行われている。例えば、山古志ねっと[2]やスカイメッシュ[3]では、公衆回線とは別に、独自の無線通信用のアンテナを事前に設置することで、公衆回線が機能しない場合の災害時用臨時通信システムとして機能するように開発が行われている。しかし、これらのネットワークでは、災害発生前から設置した通信機器を使用すること、あるいは、スカイメッシュでは、災害発生後に通信機器を設置するものの、飛行船を利用するために、運用には多くの要員を要することや、天候によっては飛行船の打ち上げができない可能性があるなど、実際の運用にあたっては様々な課題が残されていた。

### 2. 研究の目的

我々は無線 LAN (Local Area Network) で接続した避難所間で被災情報を収集・共有するシステムを開発した。また、これに加えて通信回線の途絶・遅延が頻発する環境下での情報伝達を可能とする DTN (Delay Tolerant Network) 技術を導入することで、被災地をいまだ避難中の被災者が保有する情報についても、スマートフォン同士の複数中継・転送により迅速に避難所まで収集できる通信機能を既に開発済みであったが、これまでに我々の開発したシステムを含め、現在提案されている被災情報を取り扱うシステムは被災情報の収集を目的としたものがほとんどである。

そこで、現在の災害救助活動の際の大きな拠り所となっている、自助・共助の力を ICT の力によってさらに強固なものとするために、本研究は適切な被災情報を被災者個々に向けて配信する情報配信機能を実現するための検討を行なった。

### 3. 研究の方法

#### (1) DTN ベースのプッシュ型データ配信システムの開発

これまでの被災情報システムは基本的に、被災情報を災害対策本部に集約することが主目的とするものがほとんどであった。そのため、実際に被災地にとどまる被災者に避難に有益な情報を配信することによって、2 次災害を軽減するプッシュ型データ配信システムの開発を行い、計算機シミュレーションによって評価を行なった。

#### (2) 災害発生時の脆弱な通信基盤においてもデータ配信を可能とするコンテンツ指向型データ配信基盤の活用

災害発生時は、災害発生前から設置される既存の通信基盤が、災害によって使用不能となることを過去の災害時の経験からも十分に考慮しなければならないことがわかっている。

そのため、災害発生時には、限られた通信資源を最大限活用する制御方式の導入が不可欠となる。そのため、コンテンツ指向型データ配信基盤の導入が不可欠となる。

具体的には、災害発生時には、避難経路等に関する情報が周辺の多くの被災者にとって必要とされることがわかっている。そのため、それらのように複数の被災者に繰り返し情報を配信する際のトラフィック増加を最大限軽減するために、一度配信したデータは近隣のノードにキャッシュするなどの処理を行うことによって、毎回の長距離データ伝送を軽減することが望ましい。本研究では、コンテンツ指向型データ基盤の導入効果並びに、キャッシュバッファの有効活用の方法について検討を行い、影響について計算機シミュレーションによって評価を行なった。

### 4. 研究成果

#### (1) DTN ベースのプッシュ型データ配信システムに関する研究成果

本テーマでは、多数のコンテンツ要求が発生するような状況下でもトラフィックの必要以上の増加を抑え、RTT (往復遅延時間) を向上させるために、ネットワーク内を流れる不要なパケットの検出とそれ以上の拡散を抑制する手法について検討した。

具体的には、被災情報を要求する際の不要な Interest を破棄するため、以下のアルゴリズムを

開発した。

- 中継ノードが自身の保持する Interest が要求するコンテンツと同名のコンテンツを他ノードから受信した場合に自身の Interest を破棄する
- 中継ノードが自身の保持するコンテンツと同名のコンテンツを要求する Interest を他ノードから受け取った場合にそのパケットを破棄する

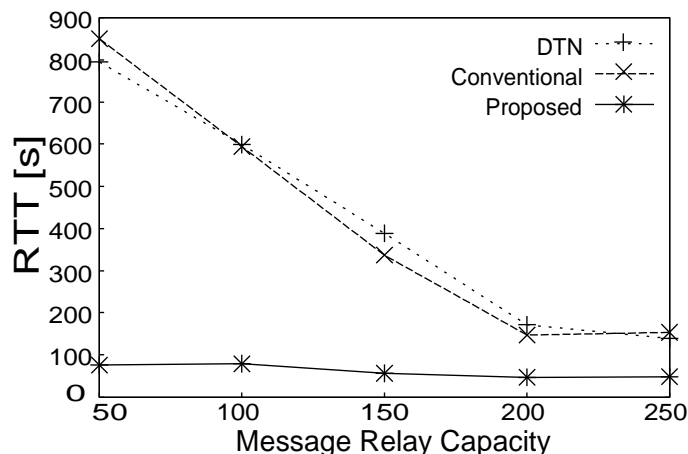


図 1 メッセージ保持可能数に制限を加えた場合の RTT の変化

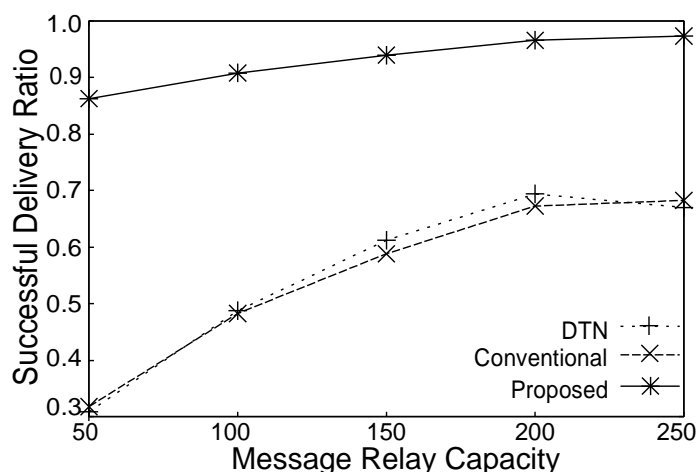


図 2 メッセージ保持可能数に制限を加えた場合のメッセージ到達率の変化

図 1 , 2 にそれぞれメッセージ保持可能数に制限を加えた場合の RTT ならびにメッセージ到達率の変化を示す。両図に示す結果から分かるように、提案手法 (Proposed) の導入によって、被災情報の要求から取得までの RTT が大きく短縮できることがわかる。また、情報を要求する Interest の不要数を削減することによって、トラフィックが緩和されるために、結果として、本質的なコンテンツ取得性能が向上したと考えられる。

( 2 ) 災害発生時の脆弱な通信基盤においてもデータ配信を可能とするコンテンツ指向型データ配信基盤の活用による研究成果

コンテンツ指向型の代表的なネットワーク基盤である NDN (Named Data Networking) では、ネットワーク内のキャッシュ重複率が高くなると、多様性が低下し、キャッシュヒット率が悪化する。本テーマでは、要求コンテンツのエリアごとの偏りを推定し、適切な CR (Content Router) に再配置することで、ネット内のキャッシュの冗長性を削減する手法をした。本手法は、ネットワークドメイン内のキャッシュの冗長性の排除を CR が自律分散的に行うため、スケーラビリティが高い手法となる。

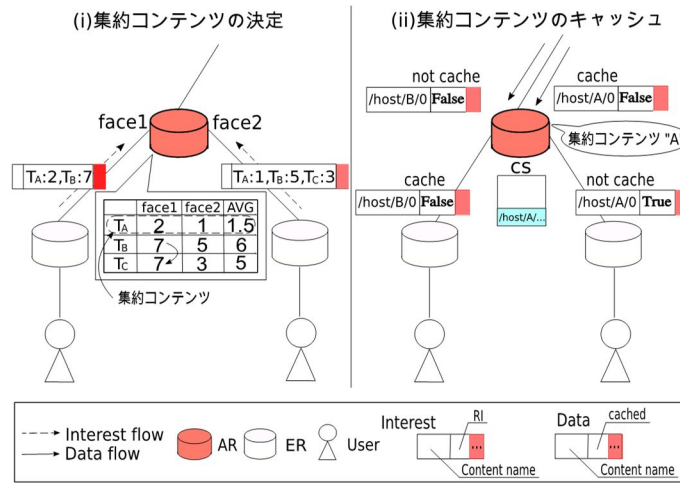


図 3 提案手法によるコンテンツ集約手順の概要

図 3 に被災情報配信の高性能化の実現のために、提案を行なったコンテンツ集約手順を示す。

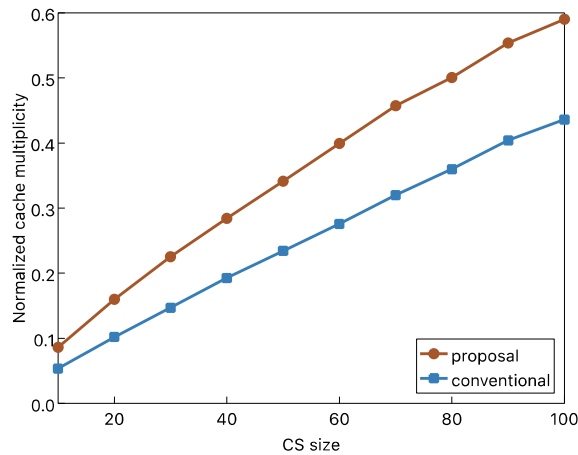


図 4 キャッシュサイズの変化とキャッシュコンテンツの多様性の変化の関係

図 4 に、CR にキャッシュできるバッファサイズを変化させた場合のキャッシュ済みコンテンツの多様性(コンテンツの種類数)がどのように変化したかを示す。同図からもわかるようにどのようなキャッシュバッファサイズにおいても、提案手法は従来手法より、より多くの種類のコンテンツをキャッシュできることがわかる。このことから、被災者が情報を要求した際にも、より近隣の CR から要求したコンテンツを取得できるようになるため、コンテンツ配信性能が大きく向上することがわかる。

<引用文献>

- [1]内閣府，“東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査委員会，”  
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chousakai/tohokukyokun/>，(2016/10/08 参照)
- [2]岡田，“災害復旧・復興を支援するための情報通信システム，”平成 20 年度新潟大学公開講座「相次ぐ地震災害からの復興に向けた取り組みと課題」
- [3]梅木，岡田，間瀬，“気球を利用したアドホック通信システム「スカイメッシュ」の通信路特性，”電子情報通信学会論文誌 (B)，J94-B，pp.94-102，2011.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 高島, 重安	4. 巻 61(2)
2. 論文標題 CCN over DTNを基盤とした被災情報配信システムにおけるトラフィック抑制手法	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 306-314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 994
2. 論文標題 Effects of Sharing Information for Available Routes by Ad-Hoc Communication on a Disaster Stricken Area	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing	6. 最初と最後の頁 106 ~ 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-22263-5_10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Matsumoto Natsuki, Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 97
2. 論文標題 A New Mobile Agent System for Sharing Disaster Information Under Unstable Network Conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications	6. 最初と最後の頁 222 ~ 230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-33506-9_20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 8
2. 論文標題 Introduction to content centric network architectures replacing traditional location centric network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Space-Based and Situated Computing	6. 最初と最後の頁 180 ~ 180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJSSC.2018.098667	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 國安哲郎, 重安哲也	4. 巻 60
2. 論文標題 コンテンツ指向型ネットワークにおけるユーザの嗜好とキャッシュ類似度を考慮した経路集約手法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 491-500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kuniyasu Tetsuro, Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 A New Contents Centric Interest Forwarding According to User Preference on NDN	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of The 32nd IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2018)	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/AINA.2018.00043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takabatake Shoko, Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 A New Contents Delivery Network Mixing on Static/Dynamic Heterogeneous DTN Environment	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of The 12th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS-2018)	6. 最初と最後の頁 147 ~ 158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-93554-6_13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shigeyasu Tetsuya, Sonoda Ayaka	4. 巻 1
2. 論文標題 Distributed Approach for Detecting Collusive Interest Flooding Attack on Named Data Networking	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of The 21st International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2018)	6. 最初と最後の頁 76 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-98530-5_7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takabatake Shoko, Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 A Study on Reducing Network Traffic of Disaster Information Delivery System Based on DTN	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of 4-th International Workshop on Large Scale Networks and Internet Computing (LSIC-2018)	6. 最初と最後の頁 759 ~ 768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-02613-4_68	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakata Yuya, Shigeyasu Tetsuya	4. 巻 1
2. 論文標題 A New Contents Migration Method for Reducing Network Traffic and Improving Cache Hit Rate on NDN	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of The 13-th International Conference on Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA-2018)	6. 最初と最後の頁 204 ~ 212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-02613-4_18	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuya Shigeyasu and Ayaka Sonoda	4. 巻 1
2. 論文標題 Detection and Reduction of Collusive Interest Flooding Attack on Content Centric Networking	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Grid and Utility Computing, Inderscience Publishers	6. 最初と最後の頁 accepted
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 國安 哲郎, 重安 哲也	4. 巻 59
2. 論文標題 適応的なリクエストコンテンツ制御を導入したWSN向けコンテンツ指向型データ収集手法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 pp.404-414
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tetsuro Kuniyasu and Tetsuya Shigeyasu	4. 巻 8
2. 論文標題 Data-Centric Communication Strategy for Wireless Sensor Networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Space-Based and Situated Computing	6. 最初と最後の頁 30-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1504/IJSSC.2018.10012306	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 中田, 重安
2. 発表標題 NDNにおけるコンテンツ複製配置の効果持続に関する一検討
3. 学会等名 検索結果 ウェブ検索結果 FIT2019 第18回情報科学技術フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原, 重安
2. 発表標題 NDNにおけるoff-pathキャッシング活用のためのキャッシュ集約手法
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 歌原, 重安
2. 発表標題 DTNを用いた被災情報配信時の情報鮮度に関する一検討
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 柳谷, 重安
2. 発表標題 MANET-NDNにおける自律分散的なコンテンツ検証手法の提案
3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本菜月, 重安哲也
2. 発表標題 災害情報を局所/広域双方で共有する移動エージェントシステムの提案
3. 学会等名 第26回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高島翔生子, 重安哲也
2. 発表標題 DTNを基盤としたコンテンツ配信におけるトラフィック大幅削減を目的とした配送制御手法
3. 学会等名 第26回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中田有哉, 重安哲也
2. 発表標題 トラフィックの削減を目的としたNDNにおけるコンテンツマイグレーション手法
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中元青葉, 重安哲也
2. 発表標題 NDNにおける隣接する複数ルータのグルーピングによる協調キャッシュ手法
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本菜月, 重安哲也
2. 発表標題 災害情報を局所/広域双方で共有する移動エージェントシステムの提案
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高島翔生子, 重安哲也
2. 発表標題 DTNを基盤としたコンテンツ配信におけるトラフィック大幅削減を目的とした配送制御アルゴリズムの検討
3. 学会等名 平成30年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tetsuro Kuniyasu and Tetsuya Shigeyasu
2. 発表標題 Data collecting system based on CCN with congestion avoidance routing on WSN
3. 学会等名 The 20-th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Miho Aoki and Tetsuya Shigeyasu
2. 発表標題 A method for improving cache hit ratio by virtual capacity increase
3. 学会等名 The 20-th International Conference on Network-Based Information Systems (NBIS-2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------