

# 福岡工業大学 学術機関リポジトリ

## コンテンツ指向ネットワークを使用した災害情報取得法の研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2021-12-13 キーワード (Ja): キーワード (En): Information Centric Network, Content Centric Network, Moving Router, Information Acquisition 作成者: 石田, 智行 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11478/00001698">http://hdl.handle.net/11478/00001698</a>

# コンテンツ指向ネットワークを使用した災害情報取得法の研究

石田 智行 (情報工学部情報通信工学科)

## Study on Disaster Information Acquisition Method using Content Centric Network

ISHIDA Tomoyuki (Department of Information and Communication Engineering, Faculty of Information Engineering)

### Abstract

In this study, I conducted experiments of a disaster information acquisition method using a content centric network and moving routers, and verified the usefulness of information acquisition by using moving routers and caches in the event of a natural disaster. In a field experiment using moving routers by constructing a small-scale network assuming a local natural disaster, I measured the data acquisition time of disaster information acquired from the publisher and cache. In addition, in a simulation experiment by constructing a large-scale network assuming a wide-area natural disaster, I measured the average number of hops and the average data download time. As a result, this study showed the usefulness of information acquisition in cache utilization in both field experiments and simulations.

**Keywords** : Information Centric Network, Content Centric Network, Moving Router, Information Acquisition

### 1. はじめに

現在、自然災害時における通信問題が懸念されている中、災害時における活用が期待されている新しいネットワークアーキテクチャとして情報指向ネットワーク技術 (ICN : Information Centric Network) が注目されている。この情報指向ネットワーク技術は、サーバの IP アドレスではなくコンテンツ名を指定してコンテンツの取得要求を行うものであり、コンテンツ要求を受け取った近隣のルータやノードが該当コンテンツを保持していた場合、受信者に対してそのコンテンツを直接転送する技術である。これにより、ユーザは迅速なコンテンツ取得が可能となり、サーバやネットワーク資源の有効活用も可能となる<sup>(1)</sup>。つまり、ルータやノードに対して一度通過したコンテンツのキャッシュを行い、再利用することで、2回目以降に同じコンテンツの要求があった場合、目的のサーバまでコンテンツを取りにいかずに、ルータから情報を取得するという概念である。現在、この ICN 技術を使用した様々な自然災害時における有用性の検証が行われている。その中でも、コンテンツキャッシュ機能による通信の分散、耐障害性の向上、人気コンテンツの集約などが災害時に有用とされているコンテンツ指向ネットワーク (CCN : Content Centric Network) は、大規模自然災害時における安否確認や情報収集の手段として、大きな注目を集めている。

そこで本研究では、コンテンツ指向ネットワークと移動体ルータを用いた災害時情報取得手法の実験を行い、広域的自然災害時および局所的自然災害時における移動体ルー

タとキャッシュ利用による情報取得の有用性を検証する。移動体ルータには現在様々な分野で普及しているドローンと災害時において移動効率の高い自転車を使用し、ルータ機能を有した Raspberry Pi を装着する。本研究では、広域的自然災害と局所的自然災害を想定し、ネットワークの規模に応じた2種類の実験を行う。1つ目は局所的自然災害を想定した小規模ネットワークの構築による実機を使用したフィールド実験、2つ目は広域的自然災害を想定したネットワークシミュレーション上における大規模ネットワークの構築によるシミュレーションを行う。

### 2. 従来研究

山崎ら<sup>(2)</sup>は、仮想ネットワークの構築によるキャッシュの有用性の検証、ネットワークシミュレータを用いた IP ネットワークと CCN の対照実験を行うことにより、大規模自然災害発生時におけるキャッシュ利用の有用性を明らかにした。この研究では、Ubuntu 仮想マシンとソフトウェアルータである VyOS 仮想マシンを用いることで疑似ネットワークを構築している。さらに、ルータがキャッシュを蓄えられるよう、疑似的にコンテンツルータを作成し、小規模な CCN ネットワークを作成した。この仮想ネットワーク環境において、IP ネットワーク上でキャッシュを用いた Web ページの取得を行い、キャッシュの有用性を検証した。さらに、ccnSim を用いた CCN シミュレーションと INET Framework を用いた IP ネットワークシミュレーションを構築し、CCN の災害時における有用性を IP ネットワークと比較することで示している。シミュレーション結果から得られるホップ

数、キャッシュヒット率、データ取得時間などの項目を可視化することにより、CCN の有用性を明らかにしたものの、シミュレータ上の実験に留まっており、実機を用いた CCN の有用性における検証は行われていない。

### 3. 研究目的

本研究では、広域的自然災害時を想定した大規模ネットワーク上および局所的自然災害時を想定した小規模ネットワーク上におけるキャッシュ情報を介した情報取得の有用性を検証するため、大規模ネットワークをネットワークシミュレータ上に構築するとともに、小規模ネットワークをドローンと自転車による移動体ルータを用いた実環境上に構築することで、両ネットワーク上における自然災害時のキャッシュ利用による情報取得の実証実験を行う。本研究で移動体ルータとして用いるドローンは、現在一定エリア内の被災状況の把握など、すでに災害時における活用事例が報告されており、有事における活用が期待されているものの、移動体ルータとしてドローンのみを使用したケースが多く、実際の災害時を想定した複数の移動体を用いた検証は少ない。また、キャッシュ利用による有用性の検証においては、シミュレータのみでの検証にとどまっている場合が多い。そこで、本研究では、実際の災害時を想定し、複数の移動体を移動体ルータとして組み合わせることで災害時における柔軟なネットワーク構成を実現するとともに、実機を用いたキャッシュ利用による情報取得を行うことでその有用性を検証する。また、大規模ネットワークをネットワークシミュレータ上に構築することにより、大規模災害時を想定した日本国内でのキャッシュ利用における情報取得の有用性を検証する。

### 4. 局所的自然災害を想定したフィールド実験

本研究の局所的自然災害を想定したフィールド実験におけるネットワーク構成とデータの流れを図 1 に示す。ネットワークは Publisher1 台、Consumer2 台、CCN 移動体ルータ 2 台（ドローンと自転車）で構成される。CCN における Publisher はコンテンツ保持者のことを、Consumer はコンテンツ要求者のことを指す。本研究では、災害時にコンテンツを提供するサーバ（Publisher）がダウンすることを想定し、実験中にネットワークトポロジに対して変化を生じさせた。Publisher をダウンさせた際のネットワークトポロジを図 2 に示す。また、例として、ドローンに Raspberry pi を搭載させた様子を図 3 に示す。本フィールド実験では、災害時において災害情報を取得することを想定し、福岡市 Web サイトの防災情報トップページ (web ページの圧縮ファイル)、国土交通省 Web サイトの災害・防災情報トップページ (web ページの圧縮ファイル)、福岡市東区のハザードマップ (pdf ファイル) の 3 つの災害情報を取得対象のコンテンツとして使用した。各災害情報を Publisher から取得した際とキャッシュから取得した際のデータ取得時間における平均取得

時間の比較を図 4 に示す。図 4 より、ハザードマップと福岡市サイトの防災情報トップページに関しては、キャッシュからデータを取得することにより、データ取得時間が約半分になっていることが分かる。また、国土交通省サイトの災害・防災情報トップページについては、他 2 つの情報と比較すると Publisher からの取得時間とキャッシュからの取得時間において差は小さいものの、キャッシュからの取得時間においてデータ取得時間が短くなっていることが分かる。

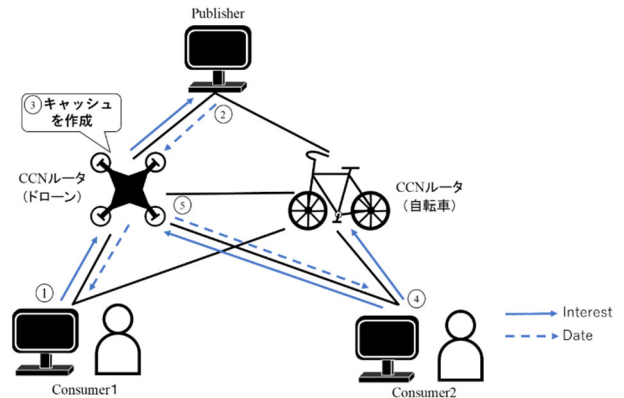


図 1 フィールド実験におけるネットワーク構成  
Fig. 1 Network Configuration in Field Experiment.

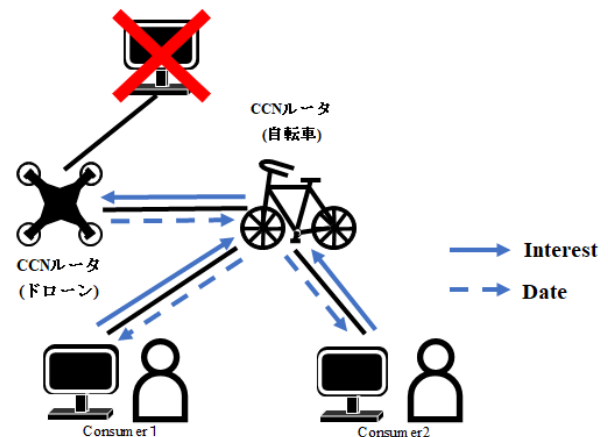


図 2 ネットワークトポロジの変化  
Fig. 2 Changes in Network Topology.



図 3 Raspberry pi を搭載したドローン  
Fig. 3 Drone with Raspberry pi.

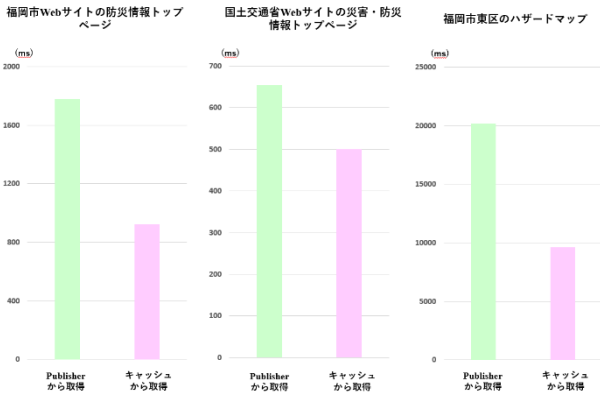


図4 平均取得時間の比較

Fig.4 Comparison of Average Acquisition Time.

### 5. 広域的自然災害を想定したシミュレーション

本研究の広域的自然災害を想定したシミュレーションでは、現在日本全国の大学や研究機関等の学術情報基盤となっている SINET: Science Information NETwork (サイネット)<sup>③</sup>をネットワークトポロジとして使用する。SINETは、日本全国の大学や研究機関だけではなく、米国 Internet2 や欧州 GEANT をはじめとした多くの海外研究ネットワークと 100G ネットワークで有機的に相互接続されている。SINET のノード構成を図 5 に示す。本研究におけるシミュレーションでは、海外研究ネットワークを除外した日本国内のノードのみを対象とし、1 ノードにつき 1 ユーザの構成とした。ccnSim のフレームワークを用いて作成したシミュレーショントポロジを図 6 に示す。なお、本研究では各ノード間における遅延は考慮しないものとする。

広域的自然災害を想定したシミュレーションにおける、取得データから得た各クライアントにおけるデータ取得時の平均ホップ数を図 7 と図 8 に示す。図 7 は、LCE 方式によりキャッシュを利用した場合の平均ホップ数であり、図 8 は、キャッシュを利用しなかった場合の平均ホップ数となっている。キャッシュを利用した場合とキャッシュを利用しなかった場合を比較すると、キャッシュを利用した際のホップ数が明らかに少なくなっていることが確認できる。さらに、キャッシュを利用することにより、キャッシュを利用しない場合と比較して平均で 4.3 ホップ数少なくなるといった結果になった。次に、各クライアントにおける平均データダウンロード時間を図 9 と図 10 に示す。図 9 は、LCE 方式によりキャッシュを利用した場合の平均データダウンロード時間であり、図 10 は、キャッシュを利用しなかった場合の平均データダウンロード時間となっている。キャッシュを利用した場合とキャッシュを利用しなかった場合を比較すると、差が大きいクライアントでは、平均データダウンロード時間が約 1/3 に、差が小さいクライアントでも平均データダウンロード時間が約 1/2 になっていることが分かる。以上により、大規模ネットワークでも CCN におけるキャッシュの有用性を確認することができた。

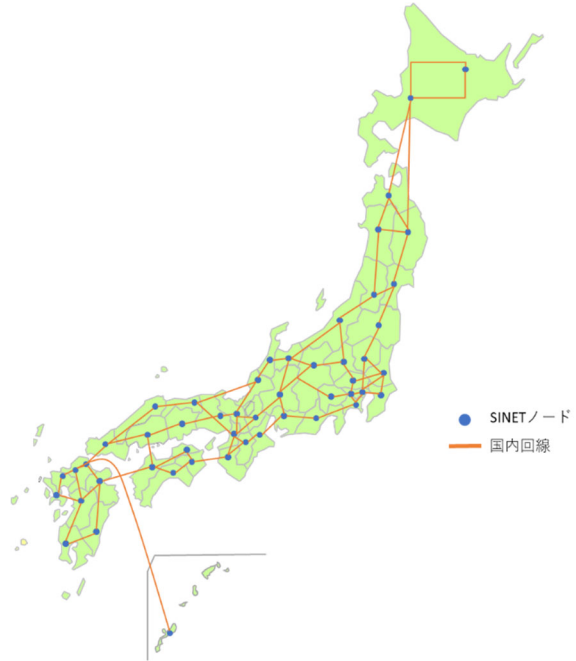


図5 SINET のノード構成

Fig.5 Node Configuration of SINET.

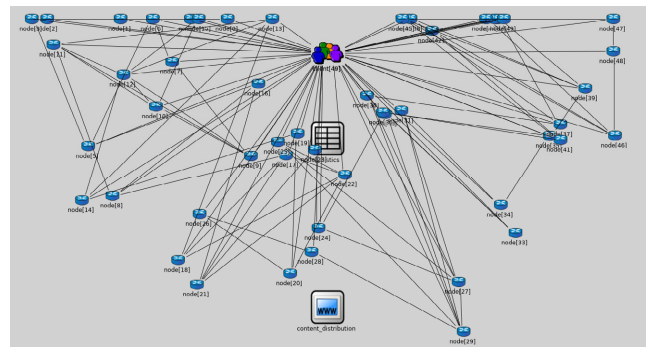


図6 SINET を想定したネットワークトポロジ

Fig.6 SINET-Based Network Topology.

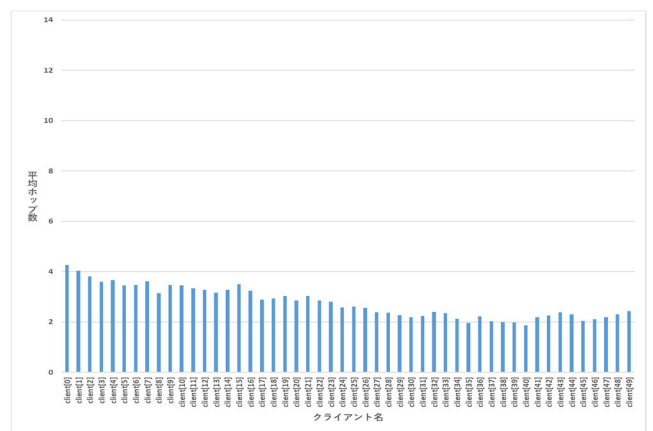


図7 平均ホップ数 (キャッシュあり)

Fig.7 Average Number of Hops (with Cache).

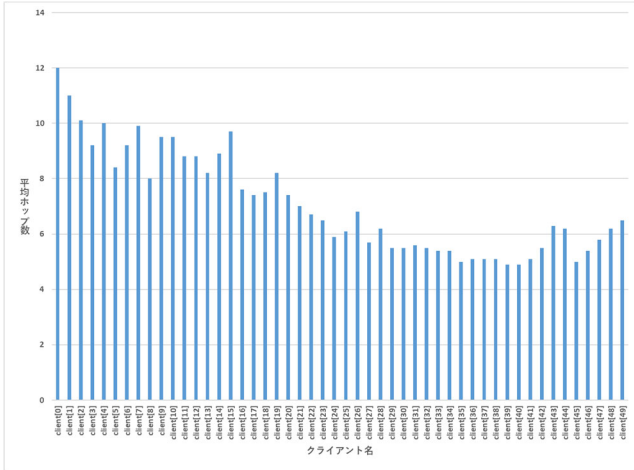


図8 平均ホップ数 (キャッシュなし)  
Fig.8 Average Number of Hops (no Cache).

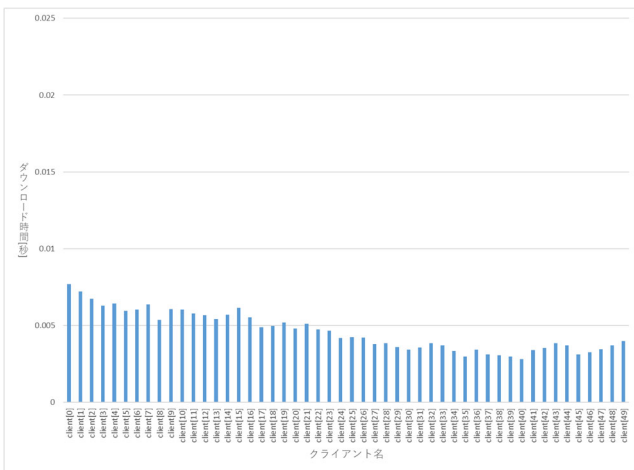


図9 平均データダウンロード時間 (キャッシュあり)  
Fig.9 Average Data Download Time (with Cache).

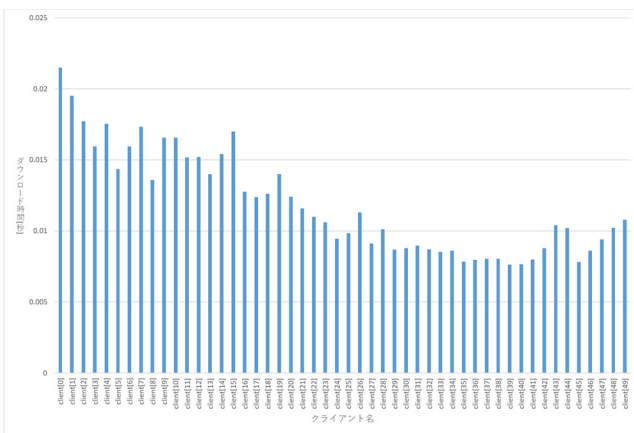


図10 平均データダウンロード時間 (キャッシュなし)  
Fig.10 Average Data Download Time (no Cache).

## 6. まとめ

本稿では、広域的自然災害を想定した大規模ネットワーク上および局所的自然災害時を想定した小規模ネットワーク上における移動体ルータとキャッシュ情報を介した情報取得の有用性について述べた。

本研究では、大規模ネットワークをネットワークシミュレータ *ccnSim* 上に構築し、LCE 方式によりキャッシュを利用した場合と利用しなかった場合のデータ取得時の平均ホップ数、平均データダウンロード時間を計測した。また、小規模ネットワークをドローンと自転車による移動体ルータを用いて実環境上に構築し、災害情報を *Publisher* から取得した際とキャッシュから取得した際の平均データ取得時間を計測した。以上のシミュレーションおよびフィールド実験双方において、キャッシュ利用における情報取得の有用性を確認することができた。

## 7. 今後の課題

今後の課題として、移動体ルータを用いたネットワークの拡大、移動体ルータの拡張、シミュレーション構成の複雑化などが挙げられる。本研究では、災害時を想定しているため、災害時でも機動力のあるドローンと自転車を移動体ルータとして採用したが、他にも自動車やバイクなどの移動体ルータを活用することで、複合的なネットワーク構築が可能であると考えられる。また、本研究で使用した移動体ルータは、FIB の設定など簡単なものしか行っていない。しかしながら、実環境での使用を想定した場合、セキュリティ面の設定やキャッシュ置換規則、キャッシュ決定規則などの設定を加えて実験する必要がある。さらに、今後は各回線の通信速度や遅延などを考慮したネットワーク上でシミュレーションを行い、より実環境に近い状態で実験を行う必要がある。

## 謝辞

本研究は本学 2020 年度若手グループ研究支援制度により実施したものである。

## 文 献

- (1) 朝枝仁、松園和久：情報指向ネットワーク技術におけるプロトタイプ実装と評価手法、コンピュータソフトウェア、33(3) (2016) pp. 3-15.
- (2) 山崎雅也：次世代ネットワークアーキテクチャをベースとした大規模自然災害時における情報取得手法の提案と評価、平成 26 年度茨城大学工学部情報工学科卒業研究論文、pp. 1-84.
- (3) 国立情報学研究所：学術情報ネットワークとは、<https://www.sinet.ad.jp/aboutsinet>、(情報閲覧日：2021 年 10 月 19 日)。