

# Named Data Networking への Freenet 転送手法の適用

福田 奈津子<sup>†</sup> 中里 秀則<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 早稲田大学基幹理工学研究科 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

E-mail: †kinokonoyama73@asagi.waseda.jp

あらまし コンテンツ指向ネットワークのルーティングに、P2P ネットワークの一種である Freenet の転送の考え方を取り入れる。提案手法を用いて、本来の転送手法で通過する経路上にないノードにあるコンテンツを発見することで、転送ホップ数の短縮を図る。

キーワード コンテンツ指向ネットワーク, NDN, Freenet

## Application of Freenet Routing Method to Named Data Networking

Natsuko FUKUDA<sup>†</sup> and Hidenori NAKAZATO<sup>†</sup>

<sup>†</sup> School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University Okubo 3-4-1, Shinjuku-ku, Tokyo, 169-8555 Japan

E-mail: †kinokonoyama73@asagi.waseda.jp

**Abstract** This paper describes how to apply Freenet routing method to Named Data Networking (NDN). The proposed method can find the contents which exist off the path of NDN routing, and is expected to shorten the number of hops.

**Key words** Information Centric Networking, ICN, Named Data Networking, NDN, Freenet

### 1. ま え が き

近年、インターネットを利用するコンテンツの多様化等により、ネットワークを流通するデータトラフィック量が急激に増加している。それに伴い、現状の IP ネットワークのようなロケーションベースのネットワークではなく名前を中心として転送を行うコンテンツ指向ネットワーク (ICN) の需要が高まっている。ICN ではコンテンツ名からコンテンツを取得するため、ルータがコンテンツをキャッシュすることが可能となり、近隣のルータにキャッシュされたコンテンツを取得することにより、サーバに到達することなくコンテンツを取得することが可能である。これにより、サーバやネットワークの負荷分散、遅延減少が見込まれる。しかし、いかに近隣のルータにキャッシュされたコンテンツを発見し、そこに要求を転送するかが課題である。本論文では、P2P ネットワークの一種である Freenet の転送手法の考え方を ICN の転送手法に取り入れることで、近隣ルータのキャッシュへコンテンツ要求を転送し、コンテンツ取得に必要なホップ数の削減を図る。

### 2. NDN の転送システム

本論文では、ICN 実装の一つである Named Data Networking (NDN) [1] を ICN として仮定する。NDN においては Interest

パケットを送信することでコンテンツを要求し、コンテンツが見つかった場合はそのコンテンツが Data パケットとして送り返される。NDN のルータ内部のデータ構造には FIB (Forwarding Information Base)、PIT (Pending Interest Table)、CS (Content Store) の 3 種類がある。FIB は Interest パケットの転送に用いるデータ構造で、コンテンツ名のプレフィックスとそれに対応した転送方向のフェイス情報が格納されている。PIT は Data パケットの返送に用いられるデータ構造で、やってきた Interest パケットのコンテンツ名と、そのコンテンツがどのフェイスからやってきたかの組を格納する。CS は Data パケットを返送する際にコンテンツをキャッシュしておくためのデータ構造であり、コンテンツ名と実際のコンテンツ自体が格納されている。ユーザが送り出した Interest は FIB の情報によりサーバまで転送される。その際各ルータでは PIT に Interest パケットがどこからやってきたのかを記録しておく。サーバもしくは転送途中のノードの CS 内にコンテンツが見つかった場合、PIT を参照して Data パケットは返送され、途中のノードにはコンテンツがキャッシュされる。

### 3. Freenet の転送システム

Freenet は P2P ネットワークの一種であり、匿名性を重視してファイル共有・分散を行うことが特徴である [2]。Freenet で

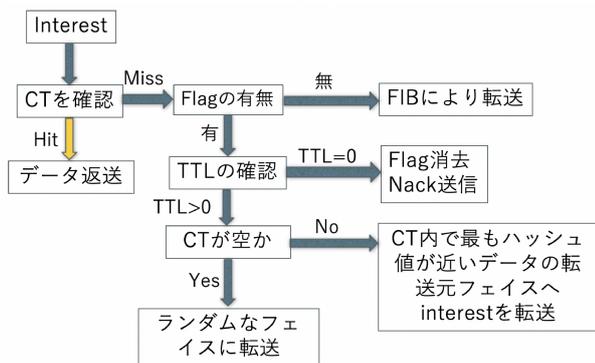


図 1 Interest パケットの転送手法

はファイル名にハッシュにかけることで得られるバイナリキーを元にファイルの挿入・検索を行う。これにより、回数を重ねるにつれて、キャッシュされたファイルと辞書的に近いファイルの検索が容易になる。

#### 4. 提案手法

従来のNDNではInterestパケットのルーティングはFIBによってのみ行われていた。今回、Freenetのハッシュ値による検索を利用し、FIBによる検索では見つけられなかった、より近くのルータにあるコンテンツを発見することを目的として転送手法の提案と評価を行う。提案手法では、CSを拡張したデータ構造 Cache Table (CT) を新たにルータに設置する。CTにはコンテンツ名、コンテンツ、コンテンツの送信元フェイス、コンテンツ名のハッシュ値の4つの情報が格納される。

Interestパケットの転送手法を図1に示す。まず、Interestパケット内部に、提案手法での転送を行う印としてFlagを立てておき、提案手法での転送回数を示すTTLを設定する。Interestパケットがやってきたらコンテンツ名をハッシュ関数にかけ、Interestパケットともっとも近いハッシュ値を持つCT内のコンテンツの送信元フェイスにInterestパケットを転送する。ここで、ハッシュ値が近いとは、各ハッシュ値同士の絶対値の差がより小さいことを表す。CTが空の場合はランダムなフェイスに転送を行う。InterestパケットのTTLはルータを経るごとに減少し、0になるまでの間に目的のコンテンツに到着できなかった場合はNackパケットを返送する。Nackパケットを受け取ったユーザはInterestパケットのFlagを消去した上でInterestパケットを再送し、今度は従来通りFIBで転送を行う。

Dataパケットに関しては従来同様、返送経路においてコンテンツがキャッシュされる。

#### 5. 実験環境

NDNのシミュレータであるndnSIMを用いて実験を行った。本実験においては、初期のキャッシュ状態として、FIBによる転送経路上にないノードをProducerノードとすることで任意のコンテンツがキャッシュされた状態を擬似して実験を行った。トポロジーとして、欧州のネットワークテストベッドであるGeantトポロジーを用いる。Geantトポロジーにおける通過経路の

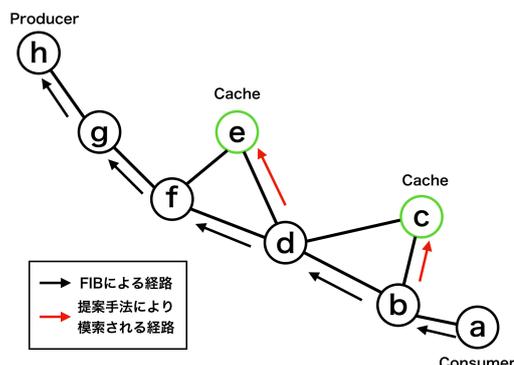


図 2 本実験の経路例

表 1 設定 TTL と各ホップ数ごとのパケットの個数、平均ホップ数

	FIBのみ	TTL = 2	TTL=3
ホップ数 2 のパケット [個]	0	58	66
ホップ数 3 のパケット [個]	0	0	2
ホップ数 5 のパケット [個]	998	940	930
平均ホップ数 [hop]	5.00	4.83	4.80

一例を図2に示す。FIBの転送では図2におけるa、b、d、f、g、hの経路を通過する。CTによる転送では、この経路上にないがコンテンツを保持しているノード(c、e)を模索することで、どの程度ホップ数が短縮されるかという観点で評価を行う。Interestパケットに設定するTTLは2,3として実験を行った。

#### 6. 結果・考察

各設定TTLにおけるホップ数ごとのパケット数を表1に示す。提案手法による転送ではFIBによる転送で通過しえなかったノードc、eへの転送に成功しており、FIBのみで転送する場合よりホップ数が短くなる可能性を示唆している。ホップ数2、3それぞれのパケット数を比較することにより、Consumerノードに近いノードcの配置効果は高いが、より離れたノードeによる効果は大きくないことがわかる。このことより、ハッシュ値による近隣性、関連性を持たせたコンテンツ分散配置がうまく機能した場合、本手法におけるホップ数短縮効果が期待できると考える。

#### 7. 今後の課題

今後の課題は、Dataパケット返送の際に、ハッシュ値での検索を生かしたキャッシュ方法や、Freenetにおけるファイル挿入の手法を生かしたコンテンツの挿入方法を検討することである。

謝辞 本研究はJSPS科研費19K11952の助成を受けたものです

#### 文 献

- [1] 中里秀則. 知っておきたいキーワード コンテンツ指向ネットワーク. 映像情報メディア学会誌, 69(3):253-255, 2015.
- [2] Ian Clarke, Oskar Sandberg, Brandon Wiley, and Theodore W.Hong. Freenet: A distributed anonymous information storage and retrieval system. *ICSI Workshop on Design Issues in Anonymity and Unobservability*, 2000.