

学生番号	16232043	氏名	佐伯 貴也
論文題目	情報指向ネットワークにおける中継ノードキャッシングの性能評価に関する研究		

## 1 はじめに

近年 IoT 端末の普及が進み、インターネットは、従来のホスト間データ通信システムからコンテンツの流通・配信システムへと変化している。そこで後者に適したアーキテクチャとして情報指向ネットワーク (ICN) が注目されている。ICN では、ネットワーク内のルータにコンテンツをキャッシュし、ユーザに対する通信性能の向上を可能とする。しかし、ICN アーキテクチャ自体はキャッシングに関する方針を定めていないため、その検討のための定量的な評価が必要である。

そこで本研究では、ユーザのアクセス頻度と中継ルータのキャッシュ方針との関係、および複数ユーザのアクセス傾向が通信性能に及ぼす影響について評価する。

## 2 情報指向ネットワークとキャッシュ方針

### 2.1 ICN(Information Centric Networking)

ICN は、情報・コンテンツ中心のモデルに移行する新しいネットワークアーキテクチャである。ICN では従来の IP アドレスではなく、コンテンツ名を識別子としてネットワークが動作する。

情報指向ネットワークの特徴として、データ転送時にネットワーク内のルータにコンテンツをキャッシュし、参照することができるため、サーバを介さずにコンテンツを取得できることがある。その結果、ネットワーク資源を効率的に利用した高速な通信が可能となる。

### 2.2 中継ルータにおけるキャッシュコンテンツ更新

ルータのキャッシュ容量は有限のため、コンテンツ置き換え手法を検討する必要がある。基本的なアルゴリズムである FIFO, LRU, LFU と、これらのアルゴリズムの組み合わせが検討されている。

- FIFO(First In First Out)
- LRU(Least Recently Used)
  - 最も参照時刻が古いコンテンツを置き換える手法
- LFU(Least Frequency Used)
  - 最も参照頻度が古いコンテンツを置き換える手法

## 3 シミュレーション環境及び評価指標

シミュレーションモデルを図 1 に示す。単一ノードの時、通信コストをルータ-ノード間およびサーバ-ルータ間の通信コストをそれぞれ  $C_{RN}$ ,  $C_{SR}$  と定義する。また 2 ノードの時のルータ間の通信コストを  $C_{RR}$  とする。ユーザの情報取得傾向には単一ノードのとき zipf 則、2 ノードのとき正規分布を用いて、ノード間の要求分布のピーク差を  $\Delta p$  と定義する。ルータの置き換え方式は FIFO, LRU, LFU を評価する。

まず単一ノードにおけるアルゴリズム通信性能の関係を示し、2 ノード間のコンテンツ要求相関による影響を評価する。評価指標として通信コストの平均値を以下に定義する。

$$\text{平均通信コスト} = \frac{\sum \text{通信コスト}}{\text{コンテンツ要求回数}} \quad (1)$$

## 4 シミュレーション結果及び考察

### 4.1 単一ノード

サーバ-ノード間の平均通信コストを図 2 に示す。通信コストは  $(C_{SR}, C_{RN})=(1, 0)$  とする。この図より、キャッシュサイズ 10 のときの平均通信コストを比較すると、FIFO に対して LRU が 17%, LFU が 30% 改善されている。

LRU は最後の 1 回の要求時間のみを保持するが、LFU は参照回数を保持するため、人気度をより正確に反映でき、性能が高いことがわかる。しかし、LFU は処理オーバーヘッドが高いことが指摘されているため、実装は困難である。

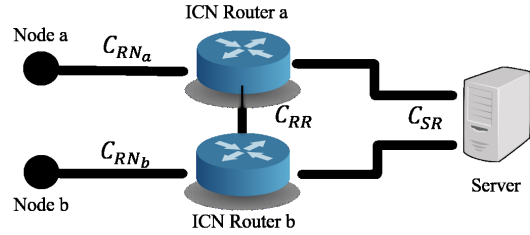


図 1: シミュレーションモデル

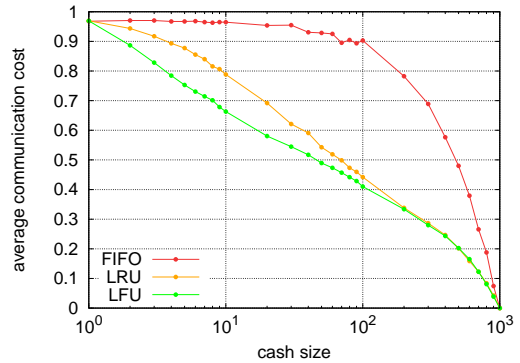


図 2: サーバ-ノード間の通信コストと中継ルータのキャッシュサイズ

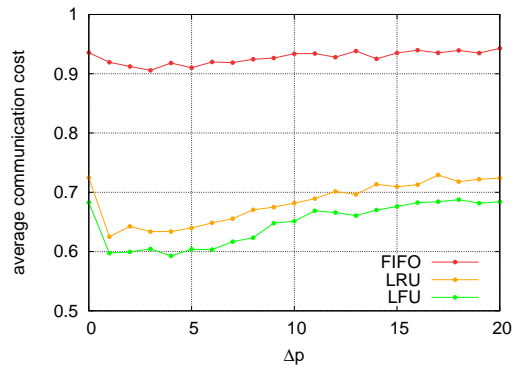


図 3: 2 ノード要求と通信コストの関係

### 4.2 2 ノード相関による影響

2 ノード各々がサーバにコンテンツ要求を行う場合の取得分布のピーク差  $\Delta p$  に対する通信コストを図 3 に示す。通信コスト  $C_{RR}$  はルータ間の近接性を考え、0.5 とする。またルータ a, b ともにキャッシュは 5 とする。

図 3 よりピーク差が 0、すなわち要求分布が同じ場合、通信コストは (FIFO, LRU, LFU)=(0.94, 0.72, 0.68) である。ピーク差が小さい時、各々のルータのキャッシュを効率的に利用できるため、通信コストが削減される。ピーク差が大きい時、各々のルータが独立したキャッシュを行うため、ルータ間の影響が小さい。

つまりノード a, b の要求分布が近い時にルータ間の協調性が有効であることが分かる。

## 5 まとめ

情報指向ネットワークにおける中継ノードキャッシングについて、ユーザのアクセス頻度と中継ルータのキャッシュ方針の関係を評価した。また複数ユーザのアクセス傾向が通信性能に与える影響について評価した。

### 参考文献

- [1] ICN が切り開く次世代ネットワークアーキテクチャ, 伊藤, 福田, FUJITSU.66.5 (09, 2015).