

| | | | |
|------|---|------|-------|
| コース | 情報通信ネットワーク | 指導教員 | 川原 憲治 |
| 学生番号 | 192C1138 | 氏 名 | 牧坂 春紀 |
| 論文題目 | 情報指向ネットワークにおける周辺キャッシュを意識したルーティング手法のトポロジ依存性の評価に関する研究 | | |

1 はじめに

情報指向ネットワーク (ICN: Information Centric Network) において, Consumer (情報要求者) からのコンテンツ要求は基本的に Producer (情報提供者) に向けて転送 (垂直転送) されるが, その経路の周辺 IWP (InterWorking Point) のキャッシュを意識した要求ルーティング方式として Multiple Breadcrumbs (MB) の改良手法が提案されている. 本研究では, 改良 MB の性能に関するネットワークトポロジ依存性について評価する.

2 NDN のルーティング方式

ICN の実装の 1 つである NDN (Named Data Network) における代表的な要求ルーティング方式を以下に示す.

2.1 Best-Route

Consumer からの要求を Producer に向けて垂直転送する方式であり, 一般的なルーティング方式である.

2.2 Multiple Breadcrumbs

基本的に Consumer からの要求は垂直転送される. この経路上の IWP において, コンテンツの転送履歴を有する場合, 確率 p で要求を複製し, 他経路へ転送し, 周辺キャッシュの探索を行う (水平転送). [1]

通常の MB ($p = 1$) では, 周辺 IWP のキャッシュを広範囲に渡って探索できるが, メッセージ量の増加に伴う輻輳が懸念される. そこで, 改良手法として, 要求の転送ホップ数を M , IWP が持つ履歴のノード数を m としたとき, $p = \frac{m-1}{M}$ とすることが提案された. [2]

本研究ではスケールフリーネットワークにおける改良手法として, 構成ノードの平均次数を d , 要求の転送ホップ数を l としたとき, 転送回数の上限 L_{max} を設定して, 式 (1) で p を決定する.

$$\begin{cases} p = \frac{1}{dl} & \text{if } l \leq L_{max} \\ p = 0 & \text{if } l > L_{max} \end{cases} \quad (1)$$

3 シミュレーション環境

トポロジジェネレータ BRITE を用いてスケールフリーネットワークを生成し, コンテンツの平均ダウンロードホップ数, コピー Interest 数により評価する.

Node 数 1000, その際 Consumer 数を 25, Producer 数を 10, 平均次数を 1.99 とする. Consumer・Producer 間の平均ホップ数は 6 となる. シミュレーション時間は 60[s] で, 各 Consumer は指数分布に基づいて 1[s] あたり 100 回コンテンツ要求を行う. Producer が持つコンテンツの種類は 100 であり, 人気度は Zipf 分布に基づく. また, 各 IWP は 5 つのコンテンツをキャッシュ可能とする.

表 1. コンテンツの平均ダウンロードホップ数

| ルーティング方式 | ダウンロードホップ数 |
|---------------------------------------|------------|
| Best-Route | 5.20 |
| MB($p = 1$ (original)) | 5.11 |
| MB($p = \frac{m-1}{M}$ (previous)) | 5.13 |
| MB($p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 2$) | 5.13 |
| MB($p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 6$) | 5.13 |
| MB($p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 8$) | 5.12 |

表 2. MB におけるコピー Interest 数

| 要求複製率 | コピー Interest 数 |
|---------------------------------|----------------|
| $p = 1$ (original) | 79060 |
| $p = \frac{m-1}{M}$ (previous) | 50261 |
| $p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 2$ | 50380 |
| $p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 6$ | 28416 |
| $p = \frac{1}{dl}, L_{max} = 8$ | 75188 |

4 結果

各ルーティング方式におけるコンテンツの平均ダウンロードホップ数を表 1 に, MB のコピー Interest 数を表 2 に示す. 表 1 より, MB において, p によりダウンロードホップ数はほとんど変化しないことがわかる. Best-Route と比較すると, MB ($p = 1$) が最良である.

しかし, 表 2 より, MB ($p = 1$) と比較して, 改善手法ではコピー Interest 数を大きく削減できている. L_{max} は 6 以外の値に設定すると, ダウンロードホップ数が変わらないがコピー数が多くなり, 改善効果が小さくなる. このトポロジにおいては, Consumer・Producer 間の平均ホップ数に設定することでコンテンツ転送性能の大きな劣化なく, コピーを 3 分の 1 近くまで削減できることがわかる.

5 まとめ

IWP のルーティング手法である MB の要求複製数の削減について, スケールフリーネットワークにおいて評価し, 改良手法を示した.

参考文献

- [1] M. Yamamoto et.al., "IN-Network for New-Generation Content Distribution", Journal of NICT Vol. 61, 2014.
- [2] 岡崎 雅大, 川原 憲治, "情報指向ネットワークにおける周辺キャッシュを意識したルーティング手法に関する研究", 九州工業大学院 修士論文, 2022.