

学生番号	20676105	氏名	岡崎 雅大
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に関する研究		

1 はじめに

コンテンツ配信に適した新たな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 (ICN: Information Centric Networking) が提案されている. ICN ではルータによるキャッシングを前提とし, キャッシュを持つ近傍ルータへ要求を転送することでコンテンツ取得に関する通信コストを削減可能である. 本研究では周辺キャッシュを意識した要求のルーティング手法である Multiple Breadcrumbs の改善手法を提案する.

2 ICN におけるルーティング

Consumer からの要求は Producer に向けホップバイホップで転送される. この経路 (垂直経路) 上のルータは要求を受信すると自動的に記録したコンテンツの転送履歴 (コンテンツ名, 転送先インタフェース名, 転送時間) を間接的なキャッシュ情報として利用し, 垂直経路外の経路 (水平経路) の探索を行う.

2.1 Multiple Breadcrumbs(MB)[1]

履歴を持つ垂直経路のルータは水平経路への転送のみを行う. 水平経路上のルータは自身の持つ複数の履歴に基づいて要求を確率 p で複製して転送する.

2.2 Local Tree Hunting(LTH)

履歴を持つ垂直経路上のルータは水平経路に加えて垂直経路にも転送する. 水平経路上のルータが複数の履歴を有する場合は最直近の履歴のみに基づいて転送する.

3 要求オーバーヘッドの削減

$MB(p=1)$ は広範囲に要求を転送するため, LTH と比較してより近傍のキャッシュを発見できる可能性が高いが, 要求量の増加やそれに伴うコンテンツ転送による輻輳発生が懸念される. オーバヘッド削減のため, ルータにおける要求の複製確率 p を以下のように設定する.

3.1 転送ホップ数制御

要求の転送ホップ数を M , 各ノード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.

3.2 人気度制御

受信した要求に対応するコンテンツの人気度が上位 $N\%$ 以内である場合, $p = 0.1$ とする.

4 シミュレーション

図 1 のトポロジにおいて Producer である $P_i (i = 1 \sim 4)$ は 100 種のコンテンツを持つ. $CG_i (i = 1 \sim 4)$ には各 P_i に対して要求する Consumer が 2 つ, 計 8 つ存在し, 要求は zipf 則に従う. 各ルータのキャッシュサイズは 10, キャッシュの置き換え手法は LRU (Last Recentry Used) とする. 平均ダウンロードホップ数と要求の転送/複製に伴う増加率を調査する. なお, Producer までのホップ数が最大 (8) となる Consumer に着目する.

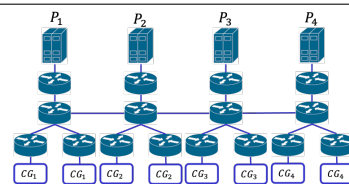


図 1. シミュレーショントポロジ

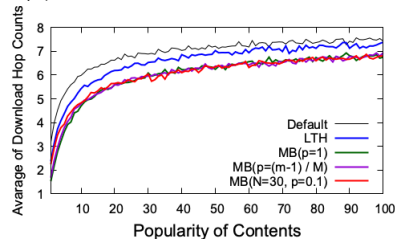


図 2. ダウンロードホップ数

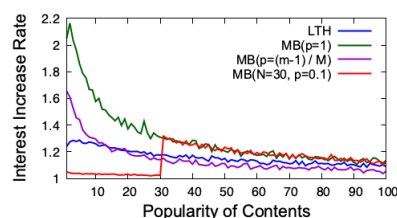


図 3. 要求増加率

5 実験結果及び考察

5.1 転送ホップ数による制御 [図中, $MB(p = \frac{m-1}{M})$]

図 2, 3 より $MB(p=1)$ と比較すると, ダウンロードホップ数には大きな差がないが, 要求増加率は全体的に減少することがわかる.

5.2 人気度による制御 [図中, $MB(N=30, p=0.1)$]

図 2, 3 より $MB(p = \frac{m-1}{M})$ と比較するとダウンロードホップ数の大幅な劣化なく, 上位 30% のコンテンツは要求増加率を大きく抑えられていることがわかる.

6 まとめ

Multiple Breadcrumbs において, 要求の転送ホップ数や人気度による要求の複製確率の調整によりダウンロードホップ数の劣化を抑えつつ, 要求のオーバーヘッドが削減可能であることを示した. 今後は人気度による制御において, 基準となる人気度 N と確率 p の最適な組み合わせについて検討する必要がある.

参考文献

- [1] Y. Hayamizu et al., Multiple-Breadcrumbs: A New In-Network Guidance for Off-Path Cache in Cache Networks, IEICE Trans. Communi, E101.B(12), p. 2388-2396, 2018.

研究業績

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の検討”, 電子情報通信学会 2022 総合大会, 2022 年 3 月発表予定