

Osaka University

エンコードアドレスによる コンテンツ分散配置を実現する コンテンツセントリックネットワーク

北出 雄麻⁺, 阿多 信吾⁺, 村田 正幸⁺
⁺大阪大学 大学院情報科学研究科
⁺大阪市立大学 大学院工学研究科

Osaka University

発表内容

- 研究背景
 - ▣ 通信要求の変化とCCN
 - ▣ CCN におけるアクセスの偏りによるキャッシュヒット率低下の問題
- 提案手法
 - ▣ ランダムエンコードアドレスを用いたCCN
- シミュレーション評価
 - ▣ 評価環境
 - ▣ 評価指標
 - ▣ 評価結果
- まとめと今後の課題

Osaka University

通信要求の変化

- インターネットは本来、「誰と通信するか」を主体として考えられた
 - ▣ IP アドレスによりノードを指定する形式
- 現在の「何が欲しいか」に基づく通信要求との間には差異が生じている
 - ▣ ユーザはコンテンツそのものに興味があり、その場所には興味がない
- この差異による様々な問題が指摘されている
 - ▣ コンテンツを得るためにはまずDNSサーバと通信を行わなければならない、近年この通信時間が問題視されている

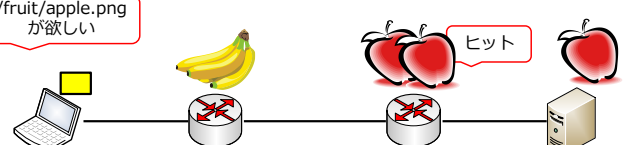
↓

**コンテンツに基づく
新たなネットワークアーキテクチャへの期待**

Osaka University

CCN (Content Centric Network) [5]

- コンテンツに基づく新しいネットワークアーキテクチャ
 - ▣ コンテンツ名でルーティングを行う
- コンテンツ名はサーバ情報と無関係であり、ルータにキャッシュ機能を持たせることが可能
 - ▣ サーバの負荷軽減, 応答時間の短縮, トラフィックの削減が達成
- Interest パケットと Data パケットによる通信

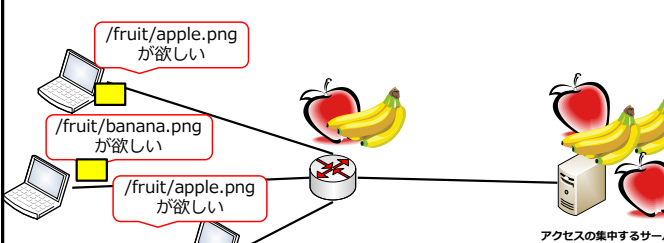


[5] V. Jacobson, D.K. Smetters, J.D. Thornton, M.F. Plass, N.H. Briggs, and R.L. Braynard, "Networking named content," Proceedings of ACM CoNEXT 2009, pp.1-12, Dec.2009.

Osaka University

アクセスの偏りによる置き換わりの多発

- 一般的に人気のあるコンテンツは特定のサーバに集中
- アクセスの集中するサーバ付近のルータでは、キャッシュの置き換わりが多発し、キャッシュヒット率が低下
 - ▣ サーバの負荷軽減, 応答時間の短縮, トラフィックの削減が達成できない



アクセスの集中するサーバ

Osaka University

研究の目的

- 従来ではコンテンツに対するアクセス頻度の偏りは検討されているが、サーバへのアクセス頻度の偏りは考慮されていない
 - ▣ サーバがどのコンテンツを保持しているかはランダム
- アクセスの集中するサーバ付近のルータにおけるキャッシュの置き換わりの多発を軽減し、サーバの負荷軽減, 応答時間の短縮, トラフィックの削減を達成する

↓

**ネットワーク上にコンテンツを事前に
分散配置する手法を提案**

Osaka University 7

提案手法の概要 サーバーの処理

- 所持するコンテンツごとにコンテンツ名をハッシュ関数にかけ、ランダムなハッシュ値を計算
 - 下位ルーティングレイヤのアドレス空間に適する値が計算されるとする
 - 得られた値をエンコードアドレスと呼ぶ
- 得られたエンコードアドレスと一致する下位ルーティングレイヤのアドレスを持つルータにコンテンツを初期配置

ネットワーク上のランダムなルータにコンテンツを初期配置でき、アクセスの集中するサーバ付近のキャッシュの置き換えりを軽減できる

Osaka University 8

提案手法の概要 クライアントの処理

Interest パケット送信時の処理

- 求めるコンテンツのコンテンツ名をハッシュ関数にかけ、ランダムなハッシュ値を計算
 - 下位ルーティングレイヤのアドレス空間に適する値が計算されるとする
 - 得られた値をエンコードアドレスと呼ぶ
- 得られたエンコードアドレスと一致する下位ルーティングレイヤのアドレスを持つルータに下位ルーティングレイヤを用いて Interest パケットを送信

既存のルーティング機構を活用することができ、CCN への早期移行が期待できる

Osaka University 9

提案手法の動作

コンテンツが初期配置されたルータをリポジトリと呼ぶ

赤: 下位ルーティングレイヤのアドレス (40ビット)
青: エンコードアドレス

クライアント /fruit/apple.png → a123456f エンコード

サーバ /fruit/apple.png → a123456f エンコード

Osaka University 10

シミュレーション評価

提案手法により、サーバの負荷軽減、応答時間の短縮、トラヒックの削減が達成されることをシミュレーションにより確認

- キャッシュヒット率：サーバの負荷軽減
- ホップ数短縮率：応答時間の短縮、トラヒックの削減

比較対象

- ある特定のサーバにコンテンツ要求の 50%, 70%, 90% が集中している場合

所持コンテンツ
/fruit/apple.png
/fruit/banana.png
...
/picture/mtfuji.jpg

Osaka University 11

評価環境 トポロジ

評価トポロジ：Level3

- 右図のコアネットワークのルータそれぞれに 3 個の端末ノードが接続されたものを使用
- サーバ、クライアントは端末ノードに存在
- ノード数 184
- 全てのノードがキャッシュを持つとする

各ノードへの経路はホップ数による最短経路

Osaka University 12

評価環境 コンテンツ関連

コンテンツの人気分布

- Zipf の法則に基づく

$$f_r = \frac{c}{r^\alpha}$$

f: コンテンツリクエストの回数
r: 人気の順位
c: 定数
α: パラメータ (0.9 を使用)

- コンテンツ数：10⁷
- 平均チャンク数：100
 - チャンクとはコンテンツを細分化したもの
 - 通信やキャッシュはチャンク単位
- キャッシュ置き換えアルゴリズム
 - LRU (Least Recently Used) を使用

Osaka University 13

評価指標

- キャッシュヒット率
 - サーバ、リポジトリへの経路上でキャッシュにヒットする確率である
 - この値が高いほど負荷が分散していることを意味する
- ホップ数短縮率
 - キャッシュにより Data パケットが経由するホップ数が何%になったかを示す値である
 - H_d で表され、この値が小さいほどコンテンツ入手にかかる時間の短縮、トラフィックの削減を意味する

H_d : クライアントからコンテンツが見つかったノードまでのホップ数

P: クライアントからサーバ、リポジトリまでのホップ数

Osaka University 14

評価結果 キャッシュヒット率

- 提案手法により、キャッシュヒット率は最大 11% の改善
- アクセスの集中するサーバ付近のキャッシュの置き換わりが軽減されたため

Osaka University 15

キャッシュサイズの影響

- 提案手法におけるキャッシュサイズを大きくすることの影響が途中から小さくなっている
 - zipf 則による人気の偏りが原因
- コンテンツ要求が特定のサーバに集中している場合はキャッシュサイズを大きくすることにより性能が向上し続けている
 - キャッシュの置き換わりが軽減されるため

Osaka University 16

評価結果 ホップ数短縮率

- 提案手法により、ホップ数短縮率は最大 3% の改善
- アクセスの集中するサーバ付近のキャッシュの置き換わりが軽減されたため

Osaka University 17

ホップ数ごとのキャッシュヒット率

- 提案手法によりサーバ、リポジトリから 1 ホップ離れたルータのキャッシュヒット率が大きく改善している
- それ以外のノードのキャッシュヒット率に大きな違いはない

Osaka University 18

まとめと今後の課題

- まとめ
 - ランダムエンコードアドレスを用いたコンテンツ分散配置手法と Interest パケットのルーティング手法を提案
 - シミュレーションによって提案手法を評価
 - Level3 トポロジにおいてキャッシュヒット率、ホップ数短縮率の改善
- 今後の課題
 - Data パケットが転送されてきたとき、キャッシュするかどうかを決定するアルゴリズムの検討