

Name-based Routing for Future Networks

次世代ネットワークにおける
名前にもとづくルーティング

大阪大学 大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 村田研究室
黄 惠聖 (HWANG, Haesung)

新しいルーティング方法の必要性

- IP の問題点
 - IP アドレスの構造：ルーティングテーブルの肥大
 - ID/Locator の非分離：端末が ISP に依存
- 高度の情報検索
 - 資源にもとづくルーティング

解決
実現

新しいネットワークアーキテクチャが要求される

レイヤー3におけるドメインネームルーティング

IP: Internet Protocol
ISP: Internet Service Provider

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 1

研究の目標と評価指標

ドメインネームルーティングの実現可能性を明らかにする

ネットワーク資源

- システムアーキテクチャ
- ドメインネームの登録
- ルーティングテーブルの交換
- パケット転送
- ミラーリング
- 故障対応

ハードウェア資源

- TCAM を利用したドメインネームの分散配置方法
- ハッシュ分散
- 階層型最長アルファベットマッチ
- ハイブリッド分散

TCAM: Ternary Content Addressable Memory

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 2

システムアーキテクチャ

osaka-u.ac.jp

3rd level domain
2nd level domain
Top level domain

- インターネットは Abilene-inspired topology に類似な形状
 - Top レベルドメインネームルーティング情報 ⇒ バックボーンルータ
 - 2nd レベルドメインネームルーティング情報 ⇒ ローカルゲートウェイ
 - 3rd レベルドメインネームルーティング情報 ⇒ エッジルータ

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 3

ドメインネームルーティング

Router R1's Routing Table

com.*****	port P
net.*****	port P
jp.*****	port P
jp.ac.osaka-u.****	port X
jp.ac.osaka-u.ist.***	port A

Router R3's Routing Table

com.**	port X
net.**	port Y
jp.****	port A

Router R4's Routing Table

jp.**	port Z
net.**	port V
com.*	port A

Router R5's Routing Table

com.*****	port Q
net.*****	port Q
jp.*****	port Q
com.yahoo.**	port A

ドメインネームは、IP アドレスより長い可変長 ⇒ ルーティングテーブルを分散して格納する必要がある

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 4

ドメインネームの分散配置方法

- ハッシュ分散 (Hash-based Distribution)
 - FQDN にハッシュ関数をかけ、当てはまる ID を持つルータに分散する方法
 - 必要なルータ台数は最も少ないが非現実的
- 階層型最長アルファベットマッチ (Hierarchical longest alphabet match)
 - 最長プレフィックスマッチに着想を得た方法
 - TCAM の特徴を最も利用しているがルータ台数は最大
- ハイブリッド分散 (Hybrid Distribution)
 - ハッシュ分散と、階層型最長アルファベットマッチの利点を利用した方法
 - 閉じたネットワークでのルーティングが可能、均等な分散

FQDN: Fully Qualified Domain Name

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 5

最長アルファベットマッチ

Content	TCAM cell
Hyphen, digit	01*****
A ~ C	11000**
D ~ G	11001**
H ~ O	1101***
P ~ S	11100**
T ~ W	11101**
X ~ Z	1111***

ルータ: nal.ics.es.osaka-u.ac.jp

ルーティングテーブル:

- com.google.* Port X
- kr.ac.knu.* Port Y
- jp.ac.osaka-cu.* Port A
- jp.ac.osaka-u.es.* Port B
- jp.ac.osaka-u.e.* Port C

ルータのルーティングテーブル:

- jp.a* ~ c*
- jp.* [0-9]*
- jp.d* ~ g*
- Other TLDs
- jp.h* ~ o*
- jp.p* ~ s*
- jp.t* ~ w*
- jp.x* ~ z*

ASCII code

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 6

ルータの使用率と必要な台数

ルータ: 0 to 1

- 閾値 (threshold): 現存するドメインネームを格納できる最大限
- 使用率 (utilization): ルータに格納された比率

$$\text{Utilization} = \frac{\text{number of entries in a router} \times 180 \text{ bits}}{\text{router memory size}}$$

(router memory size: 1台のルータには18 Mbit TCAM が10個あると仮定)

Hierarchical longest alphabet match

Hybrid Distribution

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 7

分散方法の比較と閾値によるルータの台数

分散方法	ルータ台数
Hash-based Distribution	597
Hierarchical longest alphabet match	1396
Hybrid Distribution	952

現存ルータ台数: 約 228,260台†

3次スプライン補間法 (cubic spline interpolation) によるカーブフィッティング

† A. Lakhina, J. W. Byers, M. Crovella, and I. Matta, "On the Geographic Location of Internet Resources," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 21, pp. 934-948, August 2003

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 8

まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - ドメインネームルーティングの実現可能性を評価
 - ネットワーク資源: ドメインネームの登録, ルーティングテーブルの交換, パケット転送, ミラーリング, 故障対応の方法を提案 ⇒ 将来のドメインネーム追加に対して拡張性がある
 - ハードウェア資源: ドメインネームルーティング情報を複数のルータに分散する3つの方法 (ハッシュ関数, 最長アルファベットマッチ, ハイブリッド) を提案 ⇒ 現存するルータの台数より2桁少ない
- **今後の課題**
 - ドメインネームエントリのアップデートによる評価
 - エントリの増加率
 - 新しく追加されるドメインネームの追加率
 - DNS サーバを無くすことによる効果の評価

2009.2.18 2008年度 修士論文発表会 9

ご清聴ありがとうございました