

# NDNルータのFIB集約とリンク負荷低減のためのコンテンツ配置

## 1. 研究背景と本研究の目的

- 情報指向ネットワーク NDN (named data networking) IPアドレスを用いず、コンテンツ名で直接データ通信



- NDNの問題点 `www.ritsumeai.ac.jp`

ネットワークの規模が大規模化

↓  
ホストの数とコンテンツの数が増大

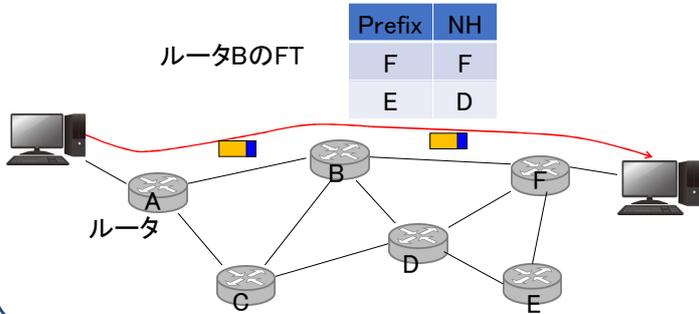
↓  
ルータの転送テーブル(FIB: forward information base)のサイズが増大

↓  
**FIBの必要メモリと検索時間が増大**

【本研究の目的】似た名前のコンテンツを同じ場所に再配置することで、NDN FIBの集約効果の向上

## 2. FIBとは

- 各ルータの、PrefixとNH (Next Hop)の対応表
- ICNではコンテンツの名前がPrefix
- ルータは到着各パケットに対し、FIBを参照し、記載Prefixに対応するNHにパケットを転送



## 3. FIBエントリ集約方法

- LPM (Longest Prefix Match)を用いてFIB集約を行う
- 例えば下図のFIBにおいて、第1コンポーネントと第2コンポーネントの`com/abc`が一致しており、NH (next hop)が一致している2エントリを集約 ⇒ このような集約処理を反復

Prefix	NH	Prefix	NH
com/abc/xy	R1	com/abc/*	R1
com/abc/xyz	R1		
com/abc/zzz	R2	com/abc/zzz	R2
jp/nm/pq	R2	jp/nm/pq	R2

集約前



集約後

## 4. コンテンツの再配置

- FIBのエントリ集約効果を向上  
⇒ TLDやSLDが同じドメインのオブジェクトをできるだけ同一ノードに配置
- 平均リンク負荷の低減  
⇒ **ノード位置を考慮**し、ネットワークの中心に需要の高いコンテンツを配置
- FIBサイズと平均リンク負荷の低減効果上昇  
⇒ **配置ノード数を限定**して配置

## 5. 最適配置ノード数の設計

- 配置ノード数 $N$ に対するコスト $D$ を以下で定義

$$D = w_1 E' + w_2 L' + w_3 C' + w_4 R'$$

- 平均FIBサイズ( $E$ )
- 平均リンク負荷( $L$ )
- リンク負荷の変動係数( $C$ )
- コンテンツ可用性喪失値( $R$ )  
→4つの評価尺度を正規化( $E', L', C', R'$ )
- 重み:  $w_1, w_2, w_3, w_4$ を利用  
⇒ $D$ が最小となるような $N$ を最適配置ノード数 $N^*$ として定義

## 6. 最適配置ノード数

最適配置ノード数 $N^*$

Hub & Spoke型	VE	VL	VC	VR	EQ
Allegiance Telecom	1	2	28	21	2
ATT	1	2	28	21	3
Verio	1	1	21	21	9
Internet2	1	2	12	12	3
Ladder型	VE	VL	VC	VR	EQ
At Home Network	1	2	27	21	5
CAIS Internet	2	1	21	21	6

- 重み設定パターン
  - VE: 平均FIBサイズを重視
  - VL: 平均リンク負荷を重視
  - VC: リンク負荷の変動係数を重視
  - VR: コンテンツ可用性喪失値を重視
  - EQ: 均等に重視

Allegiance Telecom	平均FIBサイズ	平均リンク負荷	最大リンク負荷	リンク負荷の変動係数	コンテンツ可用性喪失値
オリジナル	1058.415094	0.013610	0.257664	2.325268	0.402674
$N^*(=2)$	340.886792	0.010068	0.139288	2.283755	0.660507
提案方式効果	-67%	-26%	-45%	-1.7%	+64%

At Home Network	平均FIBサイズ	平均リンク負荷	最大リンク負荷	リンク負荷の変動係数	コンテンツ可用性喪失値
オリジナル	2070.108696	0.059994	0.454620	1.475946	0.403758
$N^*(=5)$	320.565217	0.043169	0.372464	1.739834	0.589075
提案方式効果	-84%	-28%	-18%	+17%	+45%

- 最適配置は平均FIBサイズ・平均リンク負荷・最大リンク負荷においてオリジナルより**高い削減効果**
- コンテンツ可用性では限定して配置するため性能低下 ⇒ 堅牢なシステム導入によって障害回避につい