

NDNのFIB集約のためのコンテンツ最適配置

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】

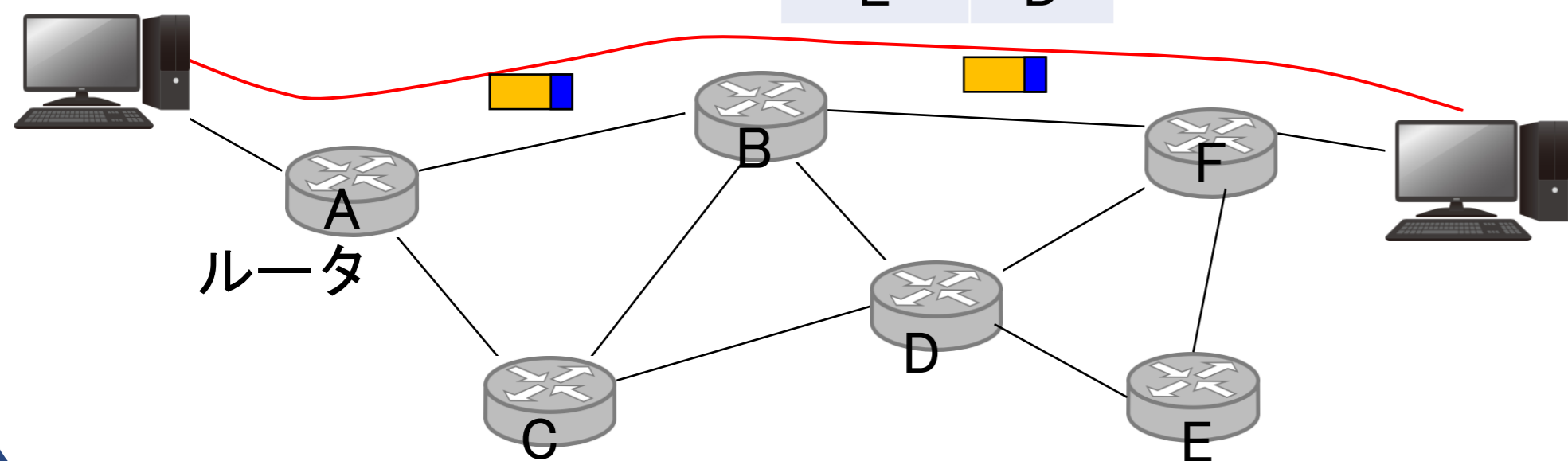
似た名前のコンテンツを同じ場所に再配置することで、NDN FIBの集約効果の向上

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

Prefix	NH
F	F
E	D

ルータBのFT



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. これまでの研究

- 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

Internet2	平均FIBサイズ	平均リンク負荷	リンク負荷の変動係数	コンテンツ可用性喪失値	最大FIBサイズ	最大リンク負荷
オリジナル配置	3421.25	0.0489	1.279	0.403	5321	0.280
発見的手法による再配置法	1463.25	0.0315	1.488	0.638	3178	0.172
効果	-57%	-35%	+16%	+58%	-41%	-38%

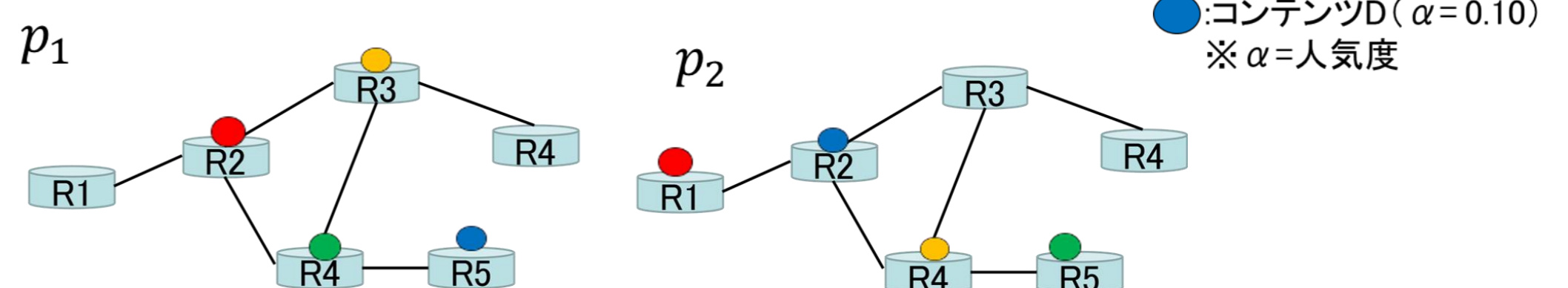
- FIBサイズとリンク負荷が低減
- 限定ノードやリンクへの負荷集中発生
⇒ 負荷集中を防ぐコンテンツ配置法の検討が必要

5. 遺伝的アルゴリズム

- 生物の進化の仕組みを模した利用した近似解法
- 確率的探索によって探索空間の極値を探す
⇒ 組み合わせ最適化問題を解くために利用
- アルゴリズムの流れ
 1. N個の個体をランダムに生成
 2. 生成した個体から親を選択
 3. 任意の確率で以下のいずれかの方法で子孫を生成
 - 交叉: 選択した二個体の遺伝子を混合
 - 突然変異: 選択した一個体の遺伝子の一部変更
 - コピー: 選択した一個体をそのままコピー
 4. 子孫を親に更新
 5. 評価関数により各個体の適応度の計算
 6. 2~5を世代数G回反復し、適応度が最も大きい(小さい)個体をを解とする

6. 遺伝的アルゴリズムの適用

- 設計方針
 - 個体 p_i : NWへのコンテンツ配置結果
 - 遺伝子 g_k : コンテンツ k の配置ノード番号



- 適応度 A を以下で定義

$$A = w_1 E'_{max} + w_2 L'_a + w_3 L'_{max} + w_4 R'_c$$

E'_{max} : 最大FIBサイズ L'_a : 平均リンク負荷
 L'_{max} : 最大リンク負荷 R'_c : コンテンツ可用性喪失値
 → 世代ごとに正規化 ⇒ $E'_{max}, L'_a, L'_{max}, R'_c$
 重み: w_1, w_2, w_3, w_4 を利用

- 適応度の最小値が解

⇒ FIB集約効果が高く、ネットワーク品質も高いコンテンツの最適配置を求める