

NDNのコンテンツ配置法への遺伝的アルゴリズムの適用

橋本紘輝* 上山憲昭**
立命館大学大学院 情報理工学研究科*
立命館大学 情報理工学部**

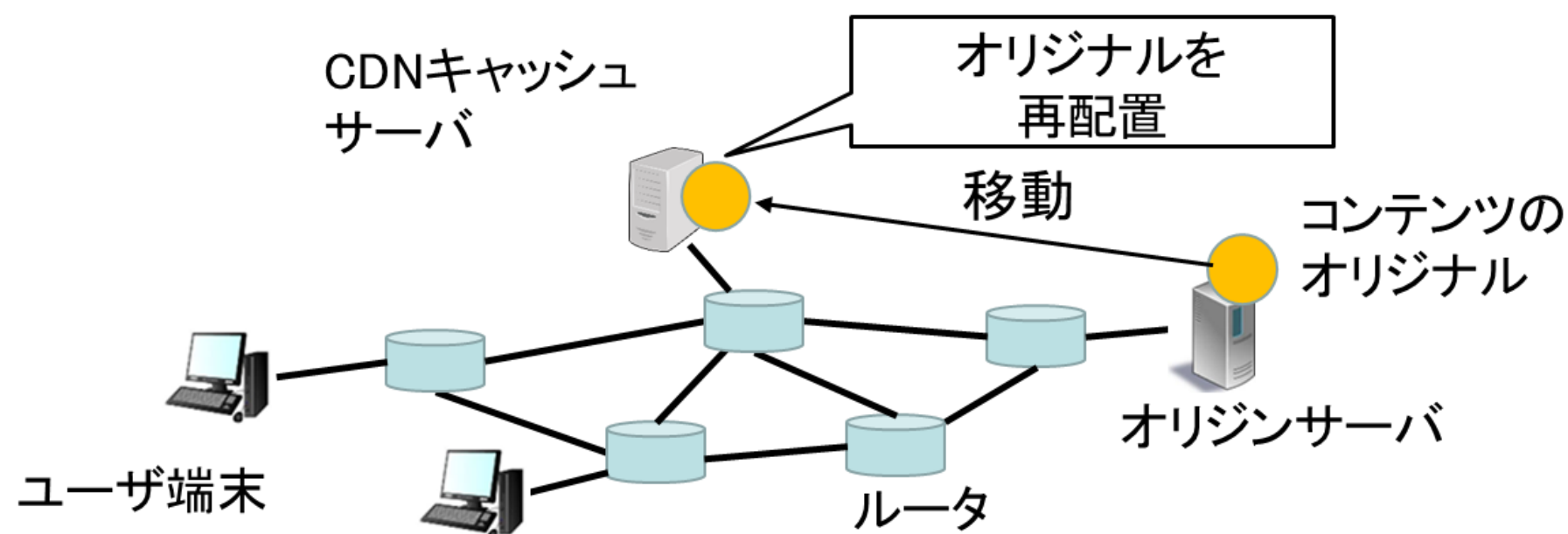
1. 研究背景と研究目的

■ 研究背景

- NDN FIBの必要メモリと検索時間は**増大**
⇒スケーラビリティの点での課題
- コンテンツ配信品質を向上させるCDNが広く普及
⇒CDNの目的はNDNによっても充足

■ 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
- 配置を遺伝的アルゴリズムで最適化



2. これまでの研究と課題

■ 発見的手法の適用

- 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
⇒FIBのエントリ集約効果を向上
- 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
⇒平均リンク負荷の低減
- 配置ノード数を限定して配置
⇒FIBサイズと平均リンク負荷の低減効果上昇

■ 結果

- 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

■ 課題

- コンテンツ配置は組合せ最適化問題
⇒**遺伝的アルゴリズムを用いたコンテンツ最適配置**の検討

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

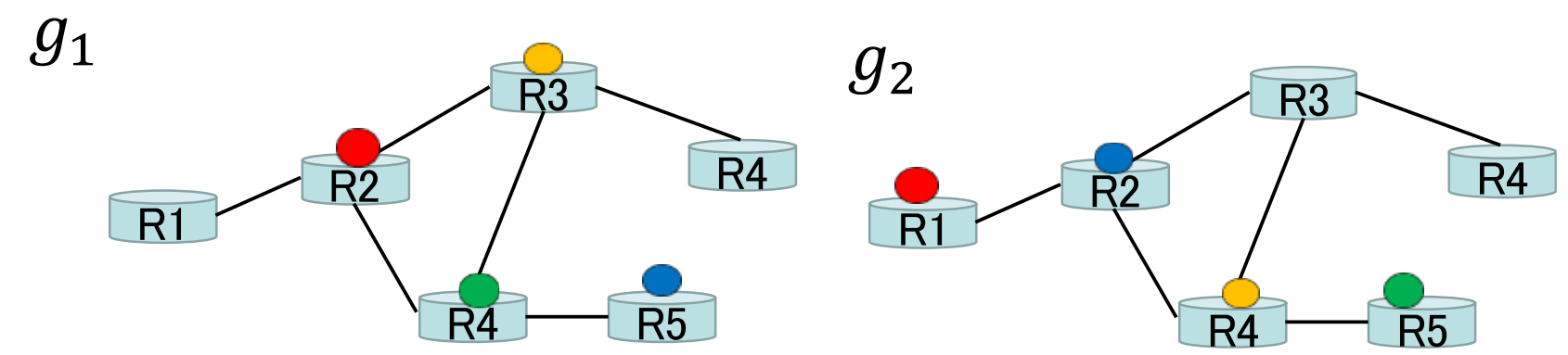
Prefix	NH	Prefix	NH
com/abc/xy	R3	com/abc/*	R3
com/abc/xyz	R3		
com/abc/zzz	R4	com/abc/zzz	R4
jp/nm/pq	R4	jp/nm/pq	R4

集約前 → 集約後

4. 設計方針

■ 設計方針

- 遺伝子 g : すべての各コンテンツの配置ノード位置



■ 適応度 $A(g)$ を以下で定義

$$A(g) = w_1(1 - E'_a) + w_2(1 - L'_a) + w_3(1 - C'_L) + w_4(1 - R'_c)$$

E_a : 平均FIBサイズ L_a : 平均リンク負荷
 C_L : リンク負荷の変動係数 R_c : コンテンツ可用性喪失値
→世代ごとに正規化⇒ E'_a, L'_a, C'_L, R'_c
重み: w_1, w_2, w_3, w_4 を利用

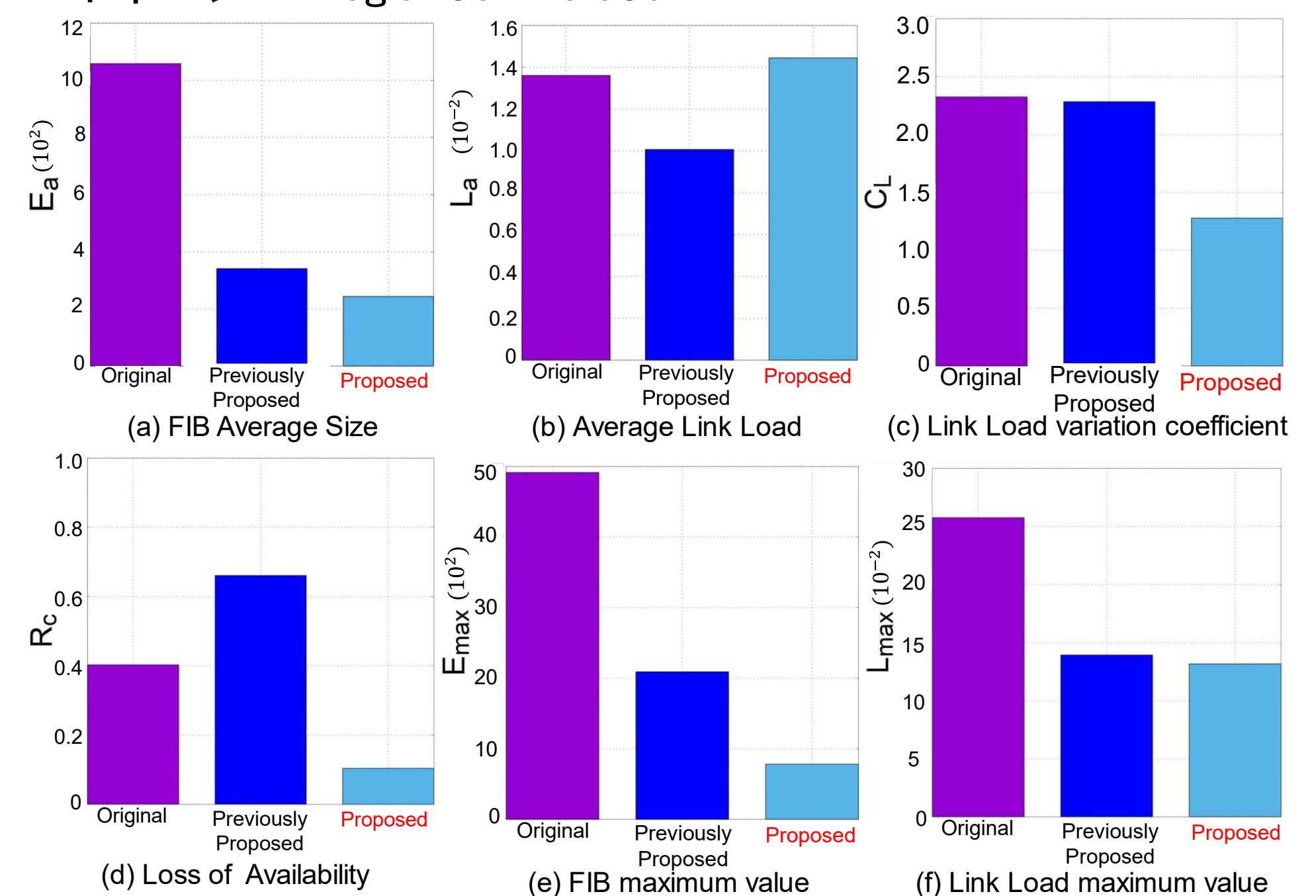
5. 配置アルゴリズム

- コンテンツ数 N に対して、ランダムに I 個の初期遺伝子を作成
- 適応度 A_i である i 位の遺伝子の選択確率 p_i を、 I 個の遺伝子の適応度の和 S に占める A_i の割合で計算
- 選択確率に基づいて、ルーレット選択法で次世代に残す遺伝子を x 個選択
- 選択された遺伝子に基づいて二点交叉処理を実行し、 y 個の子孫遺伝子を生成
- 一定の確率で突然変異を発生させ、遺伝子をランダムに再構成
- 上記の手順を G 世代繰り返し、最後の世代で最も適応度が高い遺伝子を最適配置として選択

6. 性能評価

■ 評価条件

- 世代数 $G = 10$
- 遺伝子数 $I = 250$ 個
- トポロジ: Allegiance Telecom



E_a : 平均FIBサイズ L_a : 平均リンク負荷 C_L : リンク負荷の変動係数
 R_c : コンテンツ可用性喪失値 E_{max} : 最大FIBサイズ L_{max} : 最大リンク負荷

- 平均FIBサイズ、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、最大リンク負荷を**低減**
- 平均リンク負荷は増加