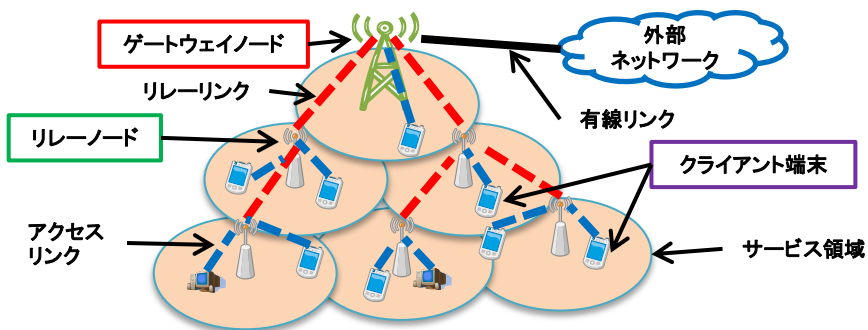


TDMA型マルチホップ無線ネットワークにおけるトポロジがネットワーク性能に与える影響の解析

マルチホップ無線ネットワーク



- ゲートウェイノードとリレーノードが無線接続によってネットワークを構築
 - ゲートウェイノード: 外部ネットワークに有線接続
 - リレーノード: ゲートウェイノードに対してマルチホップ接続
 - クライアント端末: リレーノードに無線接続し、外部ネットワークと通信
- 無線リンク間で電波干渉が発生する可能性がある
 - 時分割多元接続(TDMA)により電波干渉を回避

時分割多元接続(TDMA)

- 無線ネットワークに資源を割り当てる
 - 通信機会としてリンクに割り当てる
 - 全リンクがトラヒックを収容できるだけのビットレートを確保するように、タイムスロットを割り当てる
 - しかし、ネットワークポロジによっては、トラヒックを収容できるだけのビットレートを確保できない可能性がある
- ↓
- 最適なネットワークポロジを構築することでネットワーク性能の改善を図る

研究目的

- TDMA型マルチホップ無線ネットワークにおけるクライアント端末の収容も含むネットワークポロジがネットワーク性能に与える影響の評価
- リレーネットワークポロジとクライアント端末収容を決定するネットワークポロジ構築手法の提案

ネットワーク性能に与える影響を評価するための解析モデル

ネットワークキャパシティ

- ネットワークが収容可能なトラヒック量
 - 全クライアント端末のトラヒック量の総和の最大値
 - 導出に大きな計算時間が必要

$$O(m^2 \log m + n^2 \log n)$$

$$C = \max_{F < \infty} \left(\sum_{v_k \in V^c} \delta_k \right)$$

スケジュール長 \rightarrow C \leftarrow トラヒック量

m : リレーノード数
 n : クライアント端末数

パケット伝送遅延時間

- クライアント端末で発生したパケットがゲートウェイノードに到着するまでの遅延時間
 - 経路上の各リレーノードにおけるパケット待ち時間の総和
 - 小さな計算時間で導出可能

$$O(m^2 + n^2)$$

リンクのトラヒック負荷 \rightarrow $D_k = \sum_{i,j \in L_k} \left(\frac{q_{i,j} h}{b_{i,j}} + \frac{h}{b_{i,j}} \right)$ \leftarrow パケットサイズ

リンクのビットレート \rightarrow $b_{i,j}$

ネットワークポロジ構築問題

- 組み合わせ最適化問題として定義
 - 目的関数
 - 全ノードにおける平均パケット伝送遅延時間の最小化
 - 制約条件
 - ゲートウェイノードを除く全てのノードはゲートウェイノードまでの経路が1つ存在
 - リンクのビットレートはリンクのトラフィック負荷以上

$$\text{minimize } D = \frac{\sum_{v_k \in V^c} \delta_k D_k}{\sum_{v_k \in V^c} \delta_k}$$

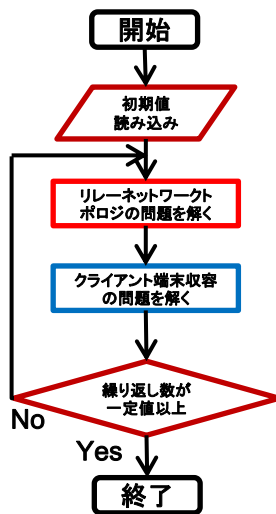
$$\text{subject to } \sum_{v_i \in V \setminus \{v_0\}, v_j \in V} e_{i,j} = 1$$

$$L_i \neq \phi \quad (\forall v_i \in V^c)$$

$$b_{i,j} \geq q_{i,j} (e_{i,j} = 1, \forall v_i, \forall v_j \in V)$$

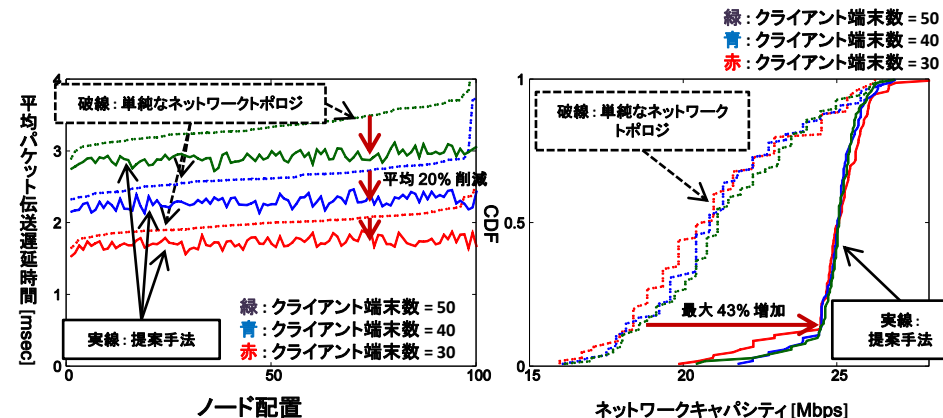
ネットワークポロジ構築手法

- ネットワークポロジ構築問題を2段階に分けて解く
 - リレーネットワークポロジを決定する問題とクライアント端末収容を決定する問題に分ける
 - 焼きなまし法を用いて各部分の問題を解く
 - 近傍状態は、現状のネットワークポロジからランダムに選択した1台のノードの接続先を変更したネットワークポロジ
 - 2段階に分けて問題を解く工程を一定回数繰り返す
 - 局所最適簡解に陥る可能性を小さくする

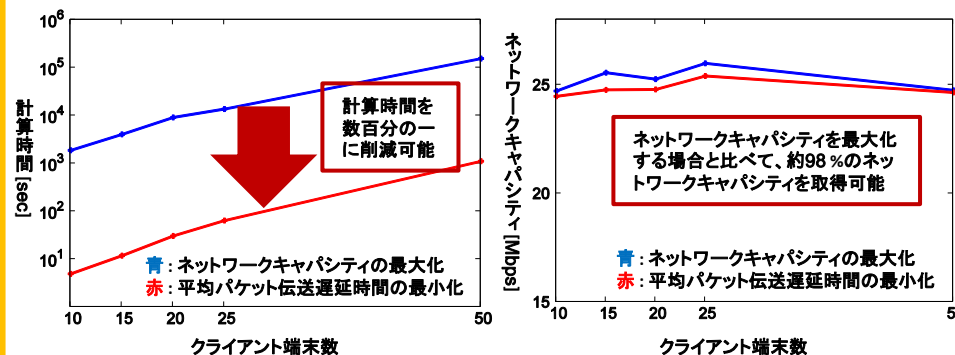


評価結果

- 提案手法により得られたネットワークポロジと単純なネットワークポロジを比較
- 提案手法により、平均伝送遅延時間は平均 20% 削減され、ネットワークキャパシティは最大 43% 増加
 - ゲートウェイノードまでのホップ数が小さくなるノードとリンクを形成
 - 一つのリレーノードへのトラフィックの集中を防ぐ



- 平均パケット伝送遅延時間を目的関数とすることで、ネットワークキャパシティを目的関数とする場合に比べて、計算時間を数百分の一に削減しながら、ほぼ同等のネットワークキャパシティが得られる



今後の課題

- クライアント端末の消費電力への影響を評価
- 大規模なネットワークでの評価