

仮想化技術に基づく モバイルアクセスネットワークの 解析的性能評価

山崎里奈¹⁾, 長谷川剛²⁾, 村田正幸¹⁾

1) 大阪大学 大学院情報科学研究科

2) 大阪大学 サイバーメディアセンター

研究背景

- 第5世代移動体通信網による
多量かつ多様なモバイルトラフィックの収容
- 仮想化技術を前提とした
モバイルアクセスネットワーク環境
 - サーバやネットワークの仮想化
 - システム全体を最適化するような制御が可能
 - Cloud RAN (C-RAN), X-haul, ネットワークスライシングなど
- モバイルアクセスネットワークに対する仮想化の効果に
関する定量的な評価はほとんど行われていない
 - 評価モデルが必要

2017/7/19

NS研究会

2

研究目的と方法

- 仮想化技術に基づくモバイルアクセス
ネットワークの解析的性能評価
- 本報告における方法
 - 仮想化技術に基づく
モバイルアクセスネットワークのモデル化
 - 性能評価
 - 各端末のネットワーク性能
 - システム全体の消費電力

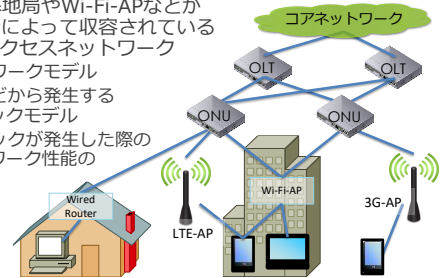
2017/7/19

NS研究会

3

想定しているモバイル アクセスネットワーク

- セルラ基地局やWi-Fi-APなどが
PON技術によって収容されている
ようなアクセスネットワーク
- ネットワークモデル
- 端末などから発生する
トラフィックモデル
- トラフィックが発生した際の
ネットワーク性能の
モデル

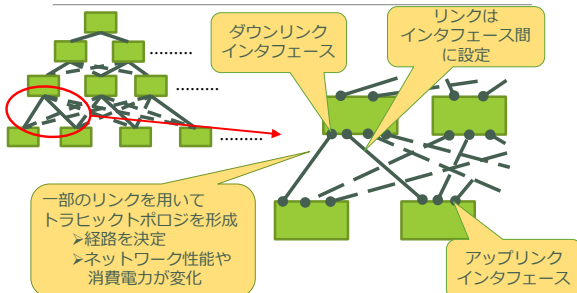


2017/7/19

NS研究会

4

ネットワークモデル



2017/7/19

NS研究会

5

トラフィックモデル

- 各ノードから最上位ノードへ周期的なトラフィック
が発生
 - ON区間 : トラフィックデマンドに応じたトラフィックが発生
 - OFF区間 : トラフィックなし
- ON区間での送信パケット数
 - トラフィックデマンドと経路上のノードにおける
パケット廃棄率を考慮して決定



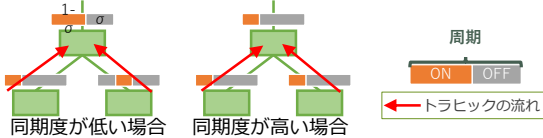
2017/2/21

NS研究会

6

同期度

- インタフェースが収容するトラフィックのON区間の同期の割合
- σ ($0 \leq \sigma \leq 1$) で表す
- 上位ノードのON区間
 $\gt [0, (1-\sigma) \cdot T]$ (T: 周期)



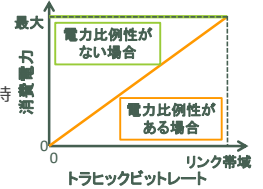
2017/7/19

NS研究会

7

消費電力モデル

- インタフェースの消費電力
 - ON区間：電力比例性を考慮し、トラフィック量に基づいて決定
 - OFF区間：一定（スリープなどを想定）
- ノードの消費電力
 - トラフィック量にかかわらず一定
 - 下位ノードを収容していない時に消費電力を削減できる場合がある



2017/7/19

NS研究会

8

ネットワーク性能とシステム全体の消費電力

- 各端末のネットワーク性能
 - 通過するインタフェースの packets 廃棄率と待ち時間から算出
 - $M/M/1/K$ 待ち行列モデルを用いて導出
- システム全体の消費電力
 - 端末を含めたすべてのノードのインタフェースの消費電力とノード自身の消費電力の総和

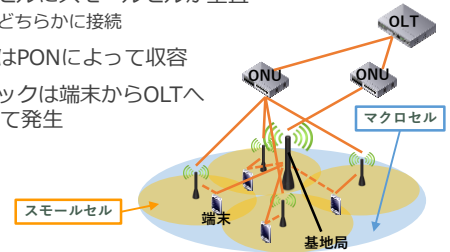
2017/7/19

NS研究会

9

性能評価環境

- マクロセルにスモールセルが重畳
 - 端末はどちらかに接続
- 基地局はPONによって収容
- トラフィックは端末からOLTへ向かって発生



2017/7/19

NS研究会

10

評価指標

- 消費電力
 - 端末を含めたシステム全体
 - 端末を除いたネットワーク部分のみ
- ネットワーク性能
 - エンド間パケット廃棄率
 - エンド間遅延時間

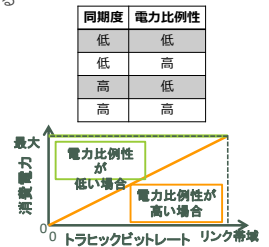
2017/7/19

NS研究会

11

評価方法

- 端末の接続パターン
 - 端末のマクロセル基地局とスモールセル基地局への接続割合
 - $(0.1, 0.9) \sim (0.9, 0.1)$ と変化させる
- 端末のトラフィックデマンド
 - 通信周期：10分 (ON区間1分)
 - 1周期あたりのパケット数：10個
 - パケットサイズ：1,500バイト
- 同期度 σ
 - 低い: $\sigma = 0$ (上位ノードのON区間10分)
 - 高い: $\sigma = 0.9$ (上位ノードのON区間1分)
- 電力比例性
 - 低い: 一定
 - 高い: トラフィック量に比例



2017/7/19

NS研究会

12

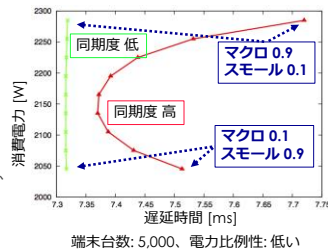
端末の接続パターンが与える影響

- 端末の接続パターンが極端なほど、遅延時間が大きい

➢ 多くの端末が接続された基地局のアップリンクインタフェースが輻輳するため

- マクロセル基地局への接続数が多いほど、消費電力が大きい

➢ スマールセル基地局より、マクロセル基地局の方が、パケット転送や端末を収容する際の消費電力が大きい



2017/7/19

NS研究会

13

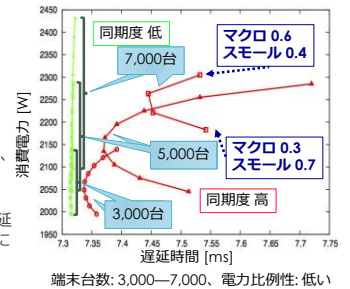
端末の同期度が与える影響

- 同期度が低い方が、遅延時間は小さい

➢ 同期度が低い場合、端末から発生するトラフィックの到着が時間的に分散するため

- 同じ接続パターンでは、消費電力はほとんど変わらない

➢ 同期度が高くなり、遅延時間が大きくなることによる消費電力の増大がほとんどない



2017/7/19

NS研究会

14

ネットワーク機器の電力比例性が与える影響

- ネットワーク部分の消費電力

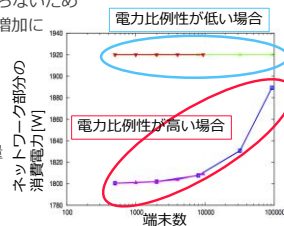
- 電力比例性が低い：端末数・同期度によらず一定

➢ 消費電力がトラフィック量によらないため

- 電力比例性が高い：端末数の増加に伴って消費電力は増大するが、同期度の影響は受けにくい

➢ 端末数の増加に伴って、トラフィック量が増加するため

➢ 端末の同期度によらないのはON区間におけるトラフィック量の変化と、OFF区間の長さの変化が相殺されるため



2017/7/19

NS研究会

15

まとめと今後の課題

- 仮想化技術に基づくモバイルアクセスネットワークのモデル化

- 数値評価を行い、以下を明らかにした

- マクロセル基地局への接続割合が与える影響
- 端末の同期度が与える影響
- ネットワーク機器の電力比例性の影響

- 今後の課題

- 電力比例性、同期度の影響の詳細な評価

- ネットワーク設計やトラフィック制御への応用

- 端末の接続先決定、ネットワーク制御内容決定方法の提案

- 消費電力やネットワーク性能を考慮した、アプリケーション要求に基づくトラフィック収容を実現する

2017/7/19

NS研究会

16