

学籍番号	17676116	氏名	後藤 健至
論文題目	5G ネットワークにおける異種無線アクセスシステムによる時分割協調に関する研究		

1 はじめに

近年、無線ネットワークにおける通信トラヒックや接続端末数が増加している。IoT/M2M において「モノ同士」の通信の増加が懸念される。そこで、より低遅延で膨大な数の端末接続が可能で転送帯域が大きな次世代の移動通信システム (5G) の実現が期待される。本研究では、5G の無線アクセス部分において、膨大な数の端末の接続性の確立と省電力化の実現を目的とする異種無線網の協調手法を検討する。

2 提案手法

無線アクセス網において膨大な数の端末からのデータ収容を行うとき、低伝送レートで収容範囲を広くカバーするマクロセルのみを想定すると、収容可能端末数に限界がある一方、同じ領域を複数の高伝送レートスモールセル (例えば、無線 LAN) で収容する場合、基地局間の無線チャネル競合やその消費電力が問題となる。そこで、ある周期を時分割し、まずスモールセルによるデータ収容を試みた後、マクロセルにおける収容に切り替える手法を提案する。

3 シミュレーション

シミュレータは scenarie2.0 を用いる。セルを構成するアクセスポイント (AP) は IEEE802.11ac を想定し、変調方式によりマクロセル (変調方式:BPSK)、スモールセル (変調方式:64QAM) とし、半径 500[m] に存在するノードからのフレーム受信を想定する。各セルの無線利用チャネルは同一とする。ランダムに静止配置されたノードから T[s] 周期で 1 フレーム (128[byte]) を送信し、以下で定義するフレーム到達率、消費電力を評価する。ここでノード数 N とし、提案手法におけるスモールセル接続時間を x[s]、マクロセル接続時間を (T-x)[s] とする。

$$\text{フレーム到達率} = \frac{\text{全セルの受信フレーム数}}{\text{全ノードの総送信フレーム数}}$$

$$AP \text{ の消費電力 [dbm]} = 20 \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) + \text{受信感度}$$

(d: 各セルのカバー半径 λ: 使用無線周波数の波長)

4 結果・考察

4.1 単一网による収容と提案手法の比較

図 1 は T=1 においてノード数に対するフレーム到達率を示す。マクロセルのみ (図中 macro) でフレームを収容する場合、N ≤ 156 で到達率は 100 % で、その後緩やかに減少し、600 を越えると衝突に伴う再送が増加し、11ac の MAC 層のデフォルト再送上限である 7 回に達しフレームが破棄されるため急激に減少する。

スモールセルのみ (図中 Small) では N ≤ 231 で到達率は 100 % で、N=600 においてもマクロセルより伝送レートが高いので 95 % 程度の収容が可能である。しかし、設置 AP 数が増えるためマクロセルより消費電力が多くなる。

提案手法 (図中 HetNet:x=0.6) では、N=1000 でも到達率が 100 % となり、時分割協調により通信エリアの収容能力が向上することがわかる。

4.2 スモールセル収容時間 x の収容数への影響

図 2 は T=1 においてノード数に対するスモールセル収容時間 x[s] とフレーム到達率の関係を示す。x が小さいとフレーム収容のほとんどをマクロセルで行うため性能が劣化し、ノード数の増加に伴い劣化度は大きくなる。一方、x が大きいとスモールセルにおいて未収容ノードからのフレーム転送をマクロセルで短期間に対応することになるため、ノード数に依らず急激に性能は劣化する。

以上から、x とフレーム到達率を 100 % 達成可能なノード数 (最大収容可能ノード数) は密接に関係し、0.4 < x < 0.6

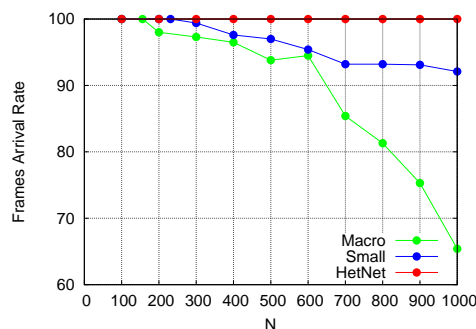


図 1: フレーム到達率-ノード数特性

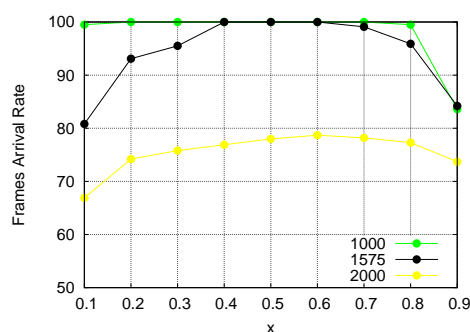


図 2: スモールセル収容時間 x の影響

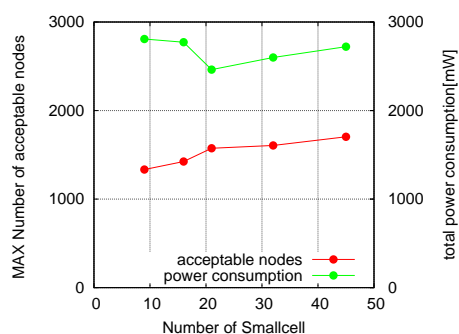


図 3: スモールセル数によるフレーム到達数と総消費電力

の範囲で 1575 となる。それ以上のノード数においては 100 % の達成は困難であるが、ノード位置や移動性を考慮すると、x=0.6 と設定することが望ましいといえる。

4.3 協調手法におけるスモールセル数と消費電力の関係

図 3 の赤線は提案手法におけるスモールセル数に対する最大収容可能ノード数を示し、緑線は総消費電力を示す。スモールセル数に対し最大収容可能ノード数は増加するが、総消費電力はスモールセル数 21 で最小となることがわかる。スモールセル数が少ない時、1セルのカバー範囲は広くなり 1 台あたりの消費電力の影響が大きく。スモールセル数が増加すると、1セルあたりの消費電力は小さくなるが、スモールセル数の増加により総消費電力が大きくなる。以上より、今回の通信エリアにおいてスモールセル数 21 以上が最適である。

5 まとめ

無線アクセス網においてスモールセルとマクロセルの時分割協調による端末接続数の改善が可能であることを示した。

研究業績

後藤健至, 川原憲治, "5G ネットワークにおける異種無線アクセスシステムの時分割協調", 電子情報通信学会 総合大会, 2019 年 3 月 発表予定。