

# ヘテロジニアスネットワークにおける 要求品質を考慮したスリープ制御方式

吉田 竜太 (指導教員: 森 香津夫)  
三重大学 工学部 電気電子工学科

## 1. まえがき

近年、移動体通信トラフィックの急激な増加に対応するために、従来のマクロセルのカバレッジ内に、マクロセルに比べ消費電力の少ないスモールセルを複数配置するヘテロジニアスネットワーク(HetNet)が検討されている。スモールセルを多数配置し、周波数繰り返しの効果を増大させることでシステム容量を増大できる。しかし、多数のスモールセル配置は、ネットワーク全体での消費電力増大につながる。そこで、スモールセルをスリープさせることで消費電力を抑えるスリープ制御法が検討されている[1]。また、接続端末の多様化に伴い、通信サービスの多様化も加速している。そのため、伝送速度、ビット誤り率、伝送遅延などの要求品質を考慮したQoS(Quality of Service)を保証する通信が必要である。しかし、従来のスリープ制御方式では通信品質保証が考えられていない。そこで本稿では、HetNetにおいて要求品質の1つである伝送速度を考慮したスリープ制御を提案し、そのシステム性能について評価する。

## 2. 要求品質を考慮したスリープ制御

接続ユーザ数が一定数以下のスモールセルをスリープさせる方式では、スリープ移行の判定にユーザの要求品質を考慮していない。そのため、スリープに移行するスモールセルが収容していたユーザが他セルにハンドオーバーした場合に、要求する伝送速度で通信できない可能性がある。そこで、スリープ移行時に、他セルにハンドオーバーした際に要求伝送速度を満足しないユーザが存在する場合にはスリープ移行を中止する方式を提案する。

本方式では、スリープ移行時の判定として、接続ユーザ数  $N_{UE}$  がスリープ閾値  $N_{sleep}$  以下、スリープ移行後のハンドオーバー先セルでのユーザスループット  $T$  が要求伝送速度  $R_{req}$  以上となる場合のみスリープに移行する。つまり、全接続ユーザが次式を満たす場合にスモールセルをスリープさせる。

$$N_{UE} \leq N_{sleep} \quad \& \quad T \geq R_{req}$$

これにより、消費電力を低減し、従来のスリープ制御方式と比べ要求品質を満たすユーザ数を増加させることができる。

## 3. 評価モデル

セルモデルでは、マクロセルは1リング7セル配置、スモールセルとユーザは各マクロセルに一樣に配置する。各セルは利用可能帯域  $W$  を接続ユーザに等分割し、マクロセルとスモールセルは異なる周波数を使用する。要求品質は高速と低速の2種類とし、それぞれ3.0、0.5[Mbps]とする。伝搬モデルは距離減衰とシャドウイングを考慮する。

ユーザスループットはシャノンの通信路容量から算出する。ただし、単位周波数当たりのユーザスループット上限を2.5[bps]と設定する。消費電力モデルは、マクロセルの消費電力  $P_{macro}$  を一定とし、スモールセルはON状態で通信トラフィック有  $P_{small}^{on}$  とON状態で通信トラフィック無  $P_{small}^{non}$ 、スリープ状態  $P_{small}^{sleep}$  とする。

## 4. 評価結果

システム性能評価として単位消費電力当たりの要求伝送速度を満たすユーザ数を計算機シミュレーションにより評価した。スリープ制御の閾値  $N_{sleep} = 1$  とした。

全セル稼働時、ユーザ満足率が95%となる場合の単位消費電力当たりの満足ユーザ数を図1に、満足ユーザの全数を図2、消費電力を図3に示す。図1より、提案法が最も単位消費電力当たりの満足ユーザ数が高いことがわかる。これは、図2が示すように提案法が従来法よりも満足ユーザ数が多く、また図3より消費電力にあまり差がないためである。

## 参考文献

[1] Y. S. Soh, et al, "Dynamic Sleep Mode Strategies in Energy Efficient Cellular Networks," IEEE ICC, Jun. 2013,

表1 シミュレーション諸元

スモールセル数	3~20[基]	
マクロセル半径	500[m]	
周波数帯域幅 $W$	20[MHz]	
送信電力	マクロ	43[dBm]
	スモール	37[dBm]
距離減衰	マクロ	$128.1 + 37.6 \log_{10}(d)$ [dB]
	スモール	$140.1 + 36.7 \log_{10}(d)$ [dB]
シャドウイング	マクロ	標準偏差 8[dB]
	スモール	標準偏差 10[dB]
雑音電力密度	-169[dBm/Hz]	
消費電力 $P_{macro}, P_{small}^{on}, P_{small}^{non}, P_{small}^{sleep}$	150, 50, 45, 34	

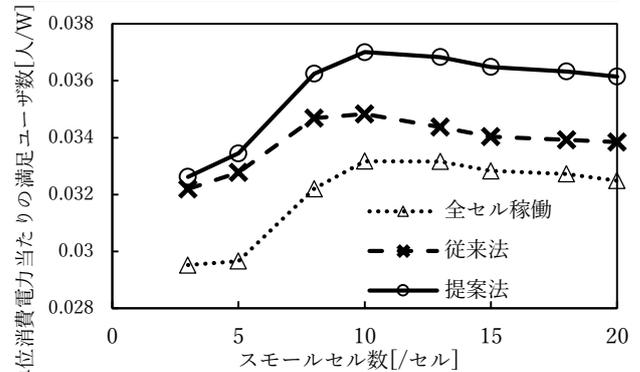


図1 単位消費電力当たりの満足ユーザ数

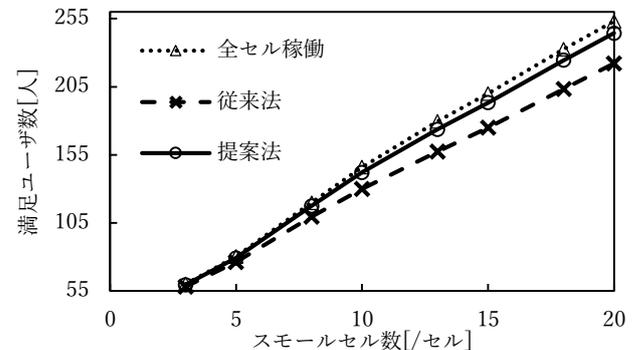


図2 満足ユーザの全数

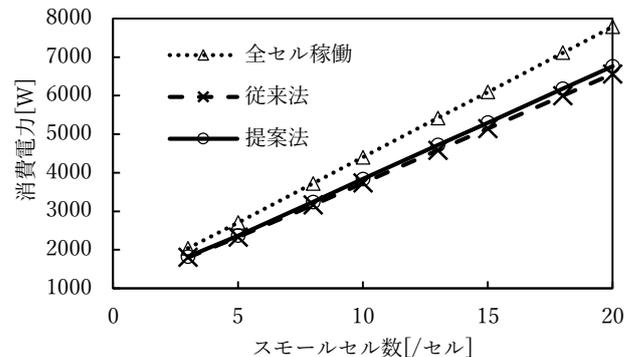


図3 消費電力