

FTPトラフィックモデルに対する HetNet のユーザスループット特性

Throughput Performance of HetNet using FTP Traffic models

今林 佑太†
Yuta Imabayashi

米山 あゆみ††
Ayumi Yoneyama

大塚 裕幸†
Hiroyuki Otsuka

†工学院大学 情報学部 情報通信工学科

††工学院大学大学院 工学研究科 電気・電子工学専攻

Dept. of Information and Communications Engineering, Kogakuin University

Graduate School of Engineering, Kogakuin University

1. はじめに

5G NR NSA は 4G のマクロセルと 5G NR のピコセルが重畳するネットワーク構成であり、ヘテロジーニアスネットワーク (HetNet) の一つである。筆者らは、トラフィックモデルとしてフルバッファモデルを用いて HetNet 等のモバイルネットワークの特性評価を行ってきた[1], [2]。しかしながら、現実的なトラフィックモデルである File Transfer Protocol (FTP)モデルを用いた特性評価は十分行っていない[3]。

本稿では、FTPトラフィックモデルに基づいたシステムレベルシミュレーションにより、2 GHz 帯マクロセルと帯域幅 100 MHz を有する 4.5 GHz 帯ピコセルから成るマルチバンド HetNet のユーザスループット特性を評価する。

2. HetNet およびトラフィックモデル

図 1 に 2 GHz 帯マクロセルと 4.5 GHz 帯ピコセルから成るマルチバンド HetNet の構成を示す。ピコセルが有する帯域幅はマクロセクターの 10 倍である。表 1 に HetNet のパラメータとシミュレーション諸元を示す。マクロセクターに 30 の端末 (UE) をクラスター配置する。ピコセル数はマクロセクターあたり 4 とする。下り回線の MCS index は 1024-QAM を含む 25 種類とする。ピコ基地局の送信電力は[2]の結果をもとに 37dBm とした。FTPトラフィックモデルでは、有限長のファイルサイズを受信完了するとその UE はネットワークから退去する。すなわち、時間とともに基地局に接続される UE 数は変動する。一方、フルバッファトラフィックモデルは無制限長のファイルサイズを受信するモデルであり、基地局に接続される UE 数は一定値 (マクロセクターあたり 30 UE) である。

本稿では、FTPトラフィックモデルにおいて、マクロまたはピコ基地局に接続される UE 数 (有効な UE 数) はランダムに決定され、そのランダムなイベントは平均到着率 λ のポアソン分布に従うものとした。その有効な UE 数をもとにユーザスループットを算出する。

3. シミュレーション結果と考察

システムレベルシミュレーションを用いて HetNet の下り回線の平均及び下位 5% ユーザスループットを評価する。

図 2 に、ファイルサイズが 2Mbyte の条件で平均到着率 λ に対するユーザスループット特性を示す。 λ が大きくなるにしたがって有効な UE 数が増えるためユーザスループットは減少することが確認できた。例えば $\lambda = 1$ のとき平均ユーザスループットは約 300Mbps、 $\lambda = 90$ になると平均ユーザスループットは約 1/4 の 70Mbps になり、フルバッファモデルの条件での値に近づくことが確認できた。図 3 に、 $\lambda = 90$ の条件においてファイルサイズに対するユーザスループット特性を示す。ファイルサイズが大きくなるにしたがって単位時間あたりの有効な UE 数が増えるためユーザスループットは減少することも確認できた。

4. おわりに

本稿では、2 GHz 帯マクロセルと帯域幅 100 MHz を有する 4.5 GHz 帯ピコセルから成るマルチバンド HetNet において、FTPトラフィックモデルの平均到着率 λ に対するユーザスループット特性を明らかにした。謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP21K11874 によるものである。

参考文献

- [1] A. Yoneyama, F. Kemmochi, and H. Otsuka, "Pico-eNB Tx power optimization for multiband HetNets with MCS incorporating 1024-QAM," in Proc. ICOIN2021, O-8-5, Jan. 2021.
- [2] 米山, 須山, 浅井, 大塚, "マルチバンド HetNets におけるピコ基地局の送信電力の最適化に関する検討," 信学技報, vol. 121, no. 72, RCS2021-58, pp. 175-179, 2021 年 6 月.
- [3] 木村, ベンジャブール, 樋口, "MIMO 下りリンクでの FTP トラフィックモデル環境下における SIC を用いた NOMA のシステムスループット特性評価," 信学技報 RCS2015-316, vol. 115, no. 396, pp. 197-202, 2016 年 1 月.

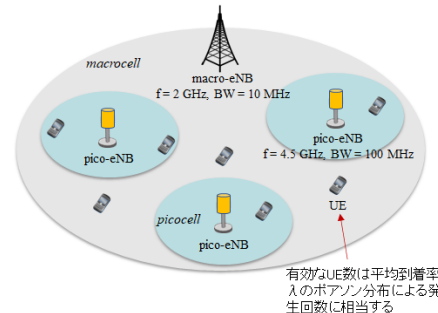


図 1 4.5 GHz 帯を用いたマルチバンド HetNet

表 1 主なシミュレーション諸元

Parameter	Assumption	
	macro-eNB	pico-eNB
Cell layout	19 cells, 3 sectors/cell	4 picos/macro-sector
Cell radius	289 m (ISD = 500 m)	-
Carrier frequency	2.0 GHz	4.5 GHz
System bandwidth	10 MHz	100 MHz
Tx power	46 dBm	37 dBm
Tx height	32 m	10 m
Tx antenna gain	14 dBi	5 dBi
Tx antenna downtilt	15 deg.	10 deg.
UE distribution	2/3 clustered distribution, 30 UEs per sector	
Link adaptation	25 MCS (QPSK to 1024-QAM)	
Traffic model	FTP	
File size	2 ~ 500 Mbyte	
Mean arrival rate per unit time	$\lambda = 0.8 \sim 90$	

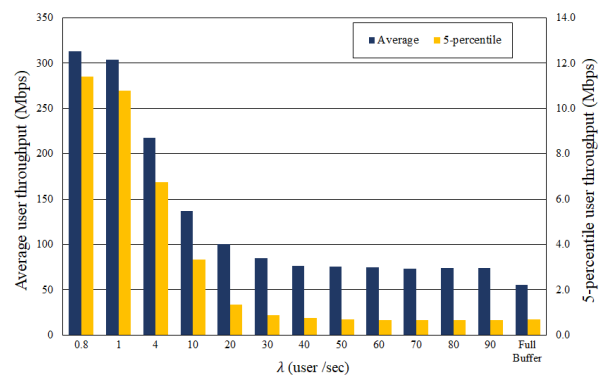


図 2 平均到着率 λ に対するユーザスループット特性

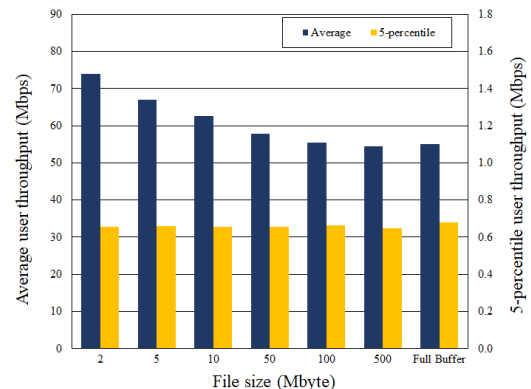


図 3 ファイルサイズに対するユーザスループット特性