

デュプレックス方式がMECシステムの総処理時間に与える影響

Impact of Duplexing on Total Computing Time of MEC Systems

小林 龍司
Ryuji KOBAYASHI

安達 宏一
Koichi ADACHI

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター
Advanced Wireless & Communication Research Center (AWCC), The University of Electro-Communications

1 まえがき

モバイルエッジコンピューティング (MEC) は高度なアプリケーション要求を低遅延で提供することが出来る [1]. 筆者らは, 分割可能な計算タスクを所持した複数ユーザが存在する MEC システムにおいて, 計算タスクの処理完了時間を最小化する計算能力並びに無線リソース割り当て法を提案した [2]. 本稿では, 無線デュプレックス方式 (TDD/FDD) が提案法の総処理時間に与える影響について考察している.

2 システムモデル

MEC サーバを具備した単一アンテナを有する BS と単一アンテナを持つユーザ $U = \{1, 2, \dots, U\}$ が存在するマルチユーザ MEC システムを考える. MEC サーバとユーザ $u \in U$ の計算能力はそれぞれ F_{MEC} と $F_{\text{local},u}$ [CPU cycle/s] で与えられる. 各ユーザはタスクタイプ A_u [CPU cycle/bit] の分割可能なサイズ D_u [bit] の計算タスクを保持しているものとする. リソース割り当て結果に基づき計算タスクをローカルタスクとオフロードタスクへと分割する. オフロードタスクは上りリンク (UL) で MEC サーバへ送信され, MEC サーバからの出力結果が下りリンク (DL) で受信される. 複数ユーザ間での無線リソース割り当てと MEC サーバでの計算リソース割り当てには時分割方式を用いる [2].

3 総処理時間最小化のための資源割り当て法 [2]

無線および計算リソースの割り当ては 2 段階の繰り返し処理によって行われる. まず二分探索法を用いて各ユーザのローカル処理時間, アップロード時間, MEC での処理時間, ダウンロード時間を決定する. 算出したアップロード・MEC での処理・ダウンロード時間に対しフローショップスケジューリング問題を適用し, ジョソナルゴリズムを用いることで各タスクの順序及び得られた時間での最小処理完了時間を求める [3]. 得られた処理完了時刻を二分探索における実現可能性条件に追加し, 最適な時間を各ユーザに割り当てる. これをローカルタスクの処理時間とオフロードタスクの処理時間との差が限りなく小さくなるまで繰り返し行う.

3.1 TDD 及び FDD 方式による提案手法

オフロードタスクは無線チャネルを介して送受信される. FDD では UL と DL で異なる周波数帯を用いるため, MEC での処理が完了すれば他ユーザの UL 送信が終了していてもそのタスクを DL 受信することが可能である. 一方で, TDD では全ユーザの UL 送信が終了してから MEC での処理結果を DL 受信することにな

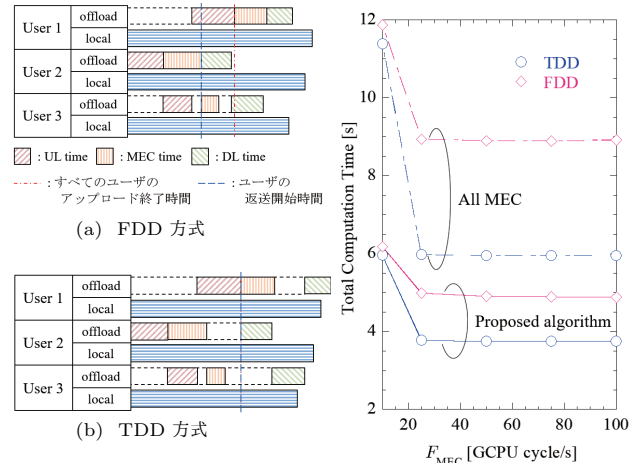


図 1: FDD 方式と TDD 方式

図 2: 各方式における総処理時間

る (図 1). そのため TDD に比べ FDD のほうがオフロードタスクの処理時間が短縮される可能性がある.

4 計算機シミュレーション結果

ユーザ数を $U = 20$ とし, 各ユーザのローカル CPU, データサイズ, タスクタイプはそれぞれ $F_{\text{local},u} = \{1, 2, \dots, 10\} \times 10^8$ [CPU cycle/s], $D_u = \{1, 2, \dots, 10\}$ [Mbits], $A_u = \{5, 6, \dots, 15\} \times 10^2$ [CPU cycle/bit] の中からランダムに選択されるものとした. また各ユーザの UL 及び DL 容量は $C_{\text{UL},u} \in \eta \times [10, 50]$ [Mbit/s], $C_{\text{DL},u} \in \eta \times [50, 100]$ [Mbit/s] からランダムに選ばれるものとした. 割り当てられる帯域幅を考慮して FDD では $\eta = 0.5$, TDD では $\eta = 1$ とした. 図 2 に, MEC の計算能力 F_{MEC} に対する TDD と FDD を用いた場合の総処理時間の平均値を示す. 比較のために全ての計算タスクをオフロードした場合の特性も示す. 図 2 より, F_{MEC} の増大に伴い総処理時間が低減できており, TDD を用いることによる改善効果が大きいことが分かる. これは, FDD では MEC 処理の終了後すぐに計算結果を返送出来るものの, 割り当てられる帯域が半分であるため TDD と比べて UL・DL に多くの時間が必要となるためだと考えられる. また, 全ての計算を MEC で行う場合と比較しても提案法 [2] を用いることで総処理時間を大幅に短縮できていることが分かる.

5 まとめ

本稿では, MEC システムにおける計算能力及び無線リソース割り当て法を用いた場合に, FDD と比較して TDD が総処理時間を低減できることを明らかにした.

参考文献 [1] P. Mach, et. al., *IEEE Commun. Surveys Tuts.*, vol. 19, no. 3, pp. 1628-1656, Mar. 2017. [2] 小林ら, 信学技報, 2018 年 7 月. [3] Guo, et. al., *Proc. IEEE GCOM*, Singapore, Dec. 2017.