

Wireless Powered Mobile Edge Computingにおける 確率的バイナリーオフロードの検討

Wireless Powered Mobile Edge Computing System with Probabilistic Binary Offloading

小林 拓弥
Takuya 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

近年、モノのインターネット (IoT) の発展に伴い IoT 機器やセンサの小型化による計算能力の限界やこれらの増加による充電管理が問題視されている。無線端末 (WD: Wireless Device) のタスクを代替計算処理するモバイルエッジコンピューティング (MEC) [1] と、アクセスポイント (AP) から WD へ無線高周波 (RF) 信号を送り、エネルギーハーベスティング (EH) を行う無線電力伝送 (WPT: Wireless Power Transfer) [2] を組み合わせた Wireless Powered Mobile Edge Computing (WP-MEC) システムによって 2 つの問題を解決することが期待されている [3]。

本稿では、AP による集中制御ではなく確率的制御によってオフロードとローカル計算の 2 つのモードを選択する Probabilistic Binary Offloading システムを提案する。このシステムに対し WPT を行うことで全 WD のバッテリー消費を抑えることを目標とする。

2 システムモデル

K 台の WD (\mathcal{K}) をシミュレーションエリア内にランダムに配置する。各 WD はタスク生起率 λ [/sec] のポアソン過程に従い、タスクを独立して生起する。WD k は与えられたオフロード確率 p_k からタスクをオフロードするモード 0 (\mathcal{M}_0)、WD 自身でローカル計算をするモード 1 (\mathcal{M}_1) を選択する。本稿では、 p_k は WD k と AP 間の距離に基づき次式で与えられるものとする。

$$p_k = 1 - \frac{\log_2 \left(1 + \frac{1}{d_{\max}} \right)}{\log_2 \left(1 + \frac{1}{d_k} \right)}, k \in \mathcal{K} \quad (1)$$

ここで、 d_k は WD k -AP 間距離 [m]、 d_{\max} は AP からエリア端までの距離 [m] を表す。

2.1 タスクオフロード (モード 0)

WD は ALOHA 方式を用いて AP に対してタスクオフロードを行う。複数の WD が同時にタスクを送信した場合にはパケット衝突が発生するものとする。パケット送信後に ACK を AP から受信出来なかった WD は、モード 1 に移行し自身でタスクの処理を行う。

2.2 ローカル計算 (モード 1)

WD はローカル計算を行い、タスクを処理する。

2.3 WPT

WPT は各 WD に対してビームフォーミングを用いて実行する。ビームを時間的に切り替えることで全 WD に対して等間隔で WPT を行う。

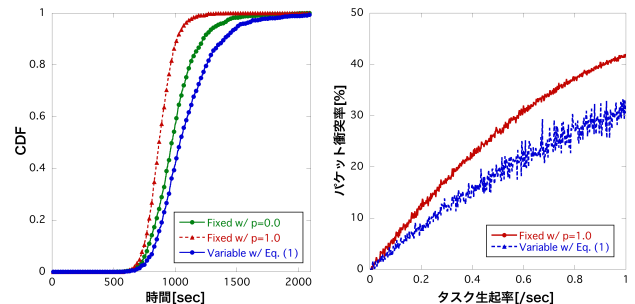


図 1: 最悪 WD の消費 CDF

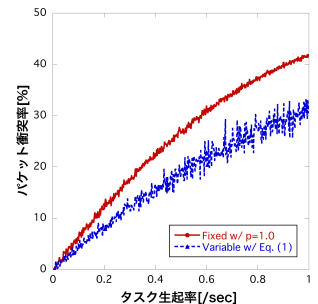


図 2: 生起率対衝突率

3 計算機シミュレーション

AP を中心とした半径 50 [m] の領域内に $K = 50$ 台の WD を配置、固定する。オフロード及び WPT チャネルは自由空間伝搬損失に従い、送信パケットの最大変調方式は QPSK とする。タスクサイズは [10, 100] [kbits] の範囲からランダム、タスクタイプは 10^3 [CPU cycles/bit], WD の CPU 周波数は $[1 \times 10^7, 5 \times 10^7]$ [CPU cycles/sec] の範囲からランダム、タスク生起率は $\lambda = 0.1$ [/sec] とした。WPT 及びオフロード時の搬送波周波数はそれぞれ 915 [MHz], 2.4 [GHz] とし、WPT の送信電力は 3 [W] とした。オフロード時とローカル計算時のエネルギー消費量は文献 [4] に従った。

WD の初期充電量を 10^{-4} [J] とした時の、最初にバッテリーを消耗し切る WD の寿命に対する CDF を図 1 に、パケット衝突率を図 2 に示す。提案式はローカル計算のみの場合 ($p_k = 0$) より約 7%、オフロードのみの場合 ($p_k = 1$) より約 20% バッテリー寿命を延長し、オフロードのみの場合より約 30% パケット衝突率を低減できることがわかった。

4 まとめ

本稿では確率的バイナリーオフロードを用いた WP-MEC システムを提案した。シミュレーション結果より、提案式を用いることでバッテリー寿命を延ばし、パケット衝突率を低減できることが示された。

謝辞 This work was supported by the European Commission in the framework of the H2020-EU-J-02-2018 project 5G-Enhance (Grant agreement no.815056) and the Ministry of Internal Affairs and Communications (MIC) of Japan.

参考文献

- [1] Y. Mao, et. al., "A survey on mobile edge computing: The communication perspective," *IEEE Commun. Surveys Tuts*, vol. 19, no. 4, pp. 2322-2358, Aug. 2017. [2] Y. Zeng, B. Clerckx, and R. Zhang, "Communications and signals design for wireless power transmission," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 65, no. 5, pp. 2264-2290, May 2017. [3] W. Zhang, et. al., "Energy-optimal mobile cloud computing under stochastic wireless channel," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 12, no. 9, pp. 4569-4581, Sep. 2013. [4] F. Wang, et. al., "Joint Offloading and Computing Optimization in Wireless Powered Mobile-Edge Computing Systems," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 17, no. 3, pp. 1784-1797, Mar. 2018.