

協力モバイルデータオフロード市場分析

B-11

Collaborative Mobile Data Offloading Market Analysis

林 珊婷 †

張 成 ††

田中 良明 ‡

Shanting LIN †

Cheng ZHANG ††

Yoshiaki TANAKA ‡

† 早稲田大学基幹理工学部情報理工学科 Department of Computer Science and Engineering, Waseda University

†† 早稲田大学基幹理工学研究科 Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

‡ 早稲田大学基幹理工学部情報通信学科 Department of Communications and Computer Engineering, Waseda University

1. まえがき

近年、モバイルデータトラフィックが急増している。本稿では MNO(Mobile Network Operator)と APO (Access Point Owner)が連携したデータオフロードを行うことにより、負荷を軽減することを考える。協力ゲーム理論におけるナッシュ交渉解を用いて MNO と APO 間の経済的関係を検討する。

2. 協力ゲーム理論とナッシュ交渉解

協力ゲーム理論とはプレイヤー間で交渉を行い、お互いに納得できる妥結点で利得を分配する数学的理論である[1]。交渉が決裂したときの結果を、交渉の基準点 d で表す。また、交渉による実現可能な利得の組を実現可能集合 U で表し、交渉ゲームを (U, d) と表すことができる。実現可能集合 U に対して、どれを選ぶかは交渉の妥結点 (ナッシュ交渉解) (d_A, d_B) より得られる。ナッシュ交渉解は以下の式で与えられる。

$$\max(u_A - d_A) \cdot (u_B - d_B) \quad (1)$$

ここで、 $u=(u_A, u_B)$ は実現可能な利得の組合せ、 $d=(d_A, d_B)$ は基準点を表す。また、プレイヤーの利得の差の積 $(u_A - d_A) \cdot (u_B - d_B)$ をナッシュ積という。

3. 交渉モデル

本稿では APO が設置した AP (Access Point) を MNO に提供し、オフロードされたトラフィックに対し、MNO が料金を支払うモデルを検討する。両者相互の効用が最大化できるよう料金設定を検討する。

MNO のコスト関数を $mX+n$, APO のコスト関数を pX する[2]。ここで、 X はトラフィック、 m , p はコスト係数、 n は定数である。また AP の通信容量を C とし、 $X \leq C$ である。MNO が 1 Mbps のトラフィックにつき h 万円を払うこととする。MNO の効用関数は $mX-hX$, APO の効用関数は $hX-pX$ となる。決裂したときは MNO と APO ともに効用が得られないので基準点は $d=(0,0)$ である。ナッシュ交渉解は次式で得られる。

$$\max(mX - hX) \cdot (hX - pX) \quad (2)$$

4. シミュレーション結果と考察

AP の通信容量 C を 10 Mbps とする。MNO, APO とも X 最大すなわち $X=C$ のときに効用最大になる。図 1 に $X=C=10$ Mbps, $m=100$ 万円/Mbps, $p=1$ 万円/Mbps のときの、トラフィック単価 h と効用及びナッシュ積と

の関係を示す。 $h=50.5$ つまりナッシュ交渉解のときナッシュ積が最大となる。図 2 に、 $p=1$ 万円/Mbps, $m=100 \sim 1000$ 万円/Mbps でシミュレーションを行った結果を示す。MNO のコスト係数が大きいほどナッシュ積が高いことが分かる。

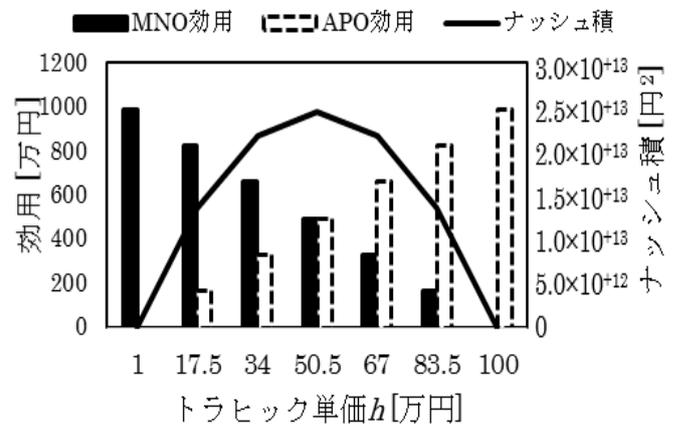


図1 トラフィック単価と効用及びナッシュ積の関係

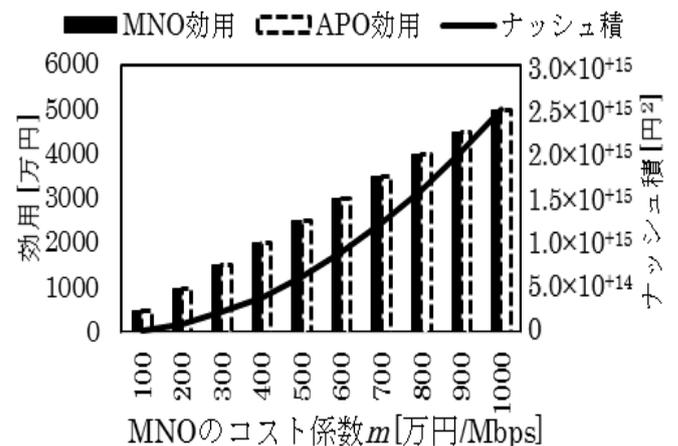


図2 ナッシュ交渉解におけるコスト係数と効用の関係

5. むすび

本稿では、データオフロードのための携帯電話事業者と無線 LAN 事業者の連携において、ナッシュ交渉解を用いて両者の効用が最大となる料金を検討した。

文 献

- [1] 鈴木光男, ゲーム理論入門, 共立出版, 東京, 2003.
 [2] L. Gao, *et al*, "Bargaining-based mobile data offloading," IEEE J. Sel. Areas Commun, vol.32, no.6, pp.1114-1125, June 2014.