

モバイル通信帯域に関する帯域取引市場

Bandwidth Market for Establishing Sharing Economy in Mobile Networks

中山悠¹
Yu Nakayama

小野寺俊²
Masaru Onodera

安永遼真³
Ryoma Yasunaga

丸田一輝⁴
Kazuki Maruta

東京農工大学 工学研究院¹
Institute of Engineering,
Tokyo University of Agriculture and Technology
特定非営利活動法人 neko 9 Laboratories³
Machine Learning Center,
neko 9 Laboratories

青山学院大学大学院 理工学研究科²
Graduate School of Science and Engineering,
Aoyama Gakuin University
千葉大学 大学院工学研究院⁴
Graduate School of Engineering,
Chiba University

1 はじめに

モバイルトラフィックは爆発的な増大を続け、さらにその時空間的な変動が顕著になっている [1]。その主な要因として、中心市街地から郊外にかけての昼夜間の人口動態変化や、イベント等によるホットスポット形成が挙げられる [2]。従来のモバイルネットワークを用いてサービス品質を高めるにはエリアごとのピークレートに合わせた設備計画を行う必要があるが、上記の変動を考慮すると設備利用効率が低く、非効率であるという課題があった。この課題に対し、ユーザ提供型モバイルネットワーク (mobile user-provided network; mobile UPN) [3, 4, 5, 6] が有効であると考えられる。

ただし、従来のモバイル UPN は基本的にネットワーク側からの制御を前提としており、各ユーザの自発的な制御による自律型 UPN に関する取り組みは少なかった。これは、効率的な帯域配分やエネルギー消費などを考慮したとき、ユーザの自律性に任せながら相互の協力を促し、各ユーザの利得を高めることが困難だったためである。そこで本研究では、モバイル通信帯域に関するシェアリングエコノミーを実現するための帯域取引市場である Banket (BANdwidth marKET) を提案する。Banket はモバイルユーザ間での自由な取引により自律型モバイル UPN を経済的に構成し、結果的に各ユーザの利得を高めるとともに、効率的なモバイルネットワーク利用を促す仕組みである。

2 提案コンセプト

提案コンセプトを図 1 に示す。ユーザ A は Banket サーバに対して、売りに出すモバイル帯域を登録する。ユーザ B はサーバにアクセスし、セカンドプライスオークション形式により接続権を購入する。取引が成立すると、ユーザ A は Wi-Fi テザリングによりユーザ B からのアクセスを許可する。結果的に、ユーザ B はユーザ A のモバイル帯域を利用してインターネットに接続する。

提案手法の利点は大きく二点ある。一点目は、帯域の再配分による有効活用である。例えば図 2 に示すように、ユーザ A がモバイルキャリアとの契約帯域のうち未利用分を多く残している一方で、ユーザ B が既に契約帯域を使い果たし追加購入を検討しているとする。このとき、Banket によりユーザ A の未利用帯域をユーザ B が安価に利用することが可能となり、余剰帯域の再配分

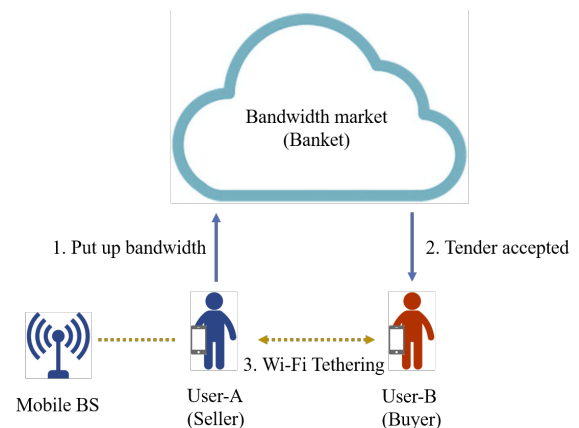


図 1: Basic concept of proposed Banket.

が行われる。この結果としてユーザそれぞれの利得が向上するため、ユーザ間の自発的な取引が促される。

二点目は、ネットワーク設備の効率的な活用である。一般的にモバイルキャリアは各地域に複数存在し、それぞれが異なった戦略によって基地局 (BS) 等のネットワーク設備を配置しているため、モバイルアクセス環境は一様ではない。例えば図 3 に示す地域では、普段はキャリア A のユーザが多いため、キャリア A の BS が 3 個あるのに対し、キャリア B の BS は 1 個しか存在しない。この地域に対し、あるときキャリア B のユーザが多く流入した場合、キャリア B のトラフィックが急増しユーザあたりの通信速度が低下する。とは言い、このようにバースト的に発生するトラフィックに対処するために設備増強を行うのは、キャリア B にとってはコスト負担が大きいと考えられる。これに対し、Banket によりキャリア B ユーザがキャリア A ユーザの UPN に接続することで、潤沢なキャリア A の設備を利用することが可能となる。また大規模なネットワーク障害などに際しても、通信可能なキャリアへの迂回ルート生成が可能である。このように、Banket はキャリアをまたいだ適切なロードバランスを実現することができ、モバイルキャリアのコスト低減にも寄与する。

3 取引シーケンス

Banket の取引シーケンスを図 4 に示す。

1. 売り手 (seller) は Banket サーバに対し、データ量や最低価格、希望価格、制限時間を登録する。Banket

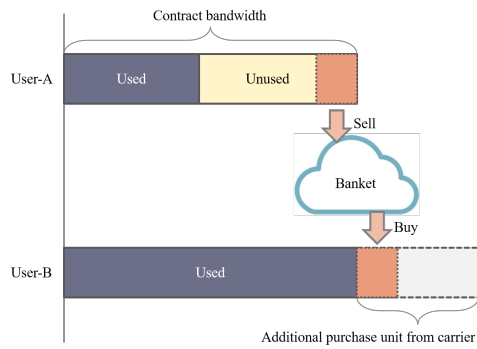


図 2: Redistribution of bandwidth.

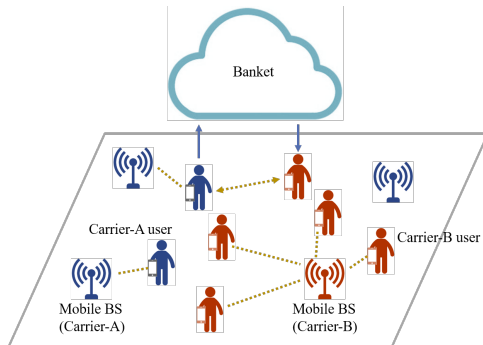


図 3: Banket in ununiform area.

はユーザ位置やスピードテストの結果とともに、これらの値を保存する。

2. Banket は期待トラフィックレート等に基づいてサービスクラスを決定し、seller に対し一時 SSID およびパスワードをセットする。seller は Wi-Fi テザリング機能を起動しビーコン送出を開始する。
3. 買い手 (buyer) は Banket に対し近隣の seller 情報をリクエストし、受信ビーコン強度に基づいて各 seller に対する接続レートを推定する。
4. buyer は接続先 seller を選択して入札を行い、セカンドプライスオークション (最高価格による入札者が、二番目に高い入札額を支払う) により取引が成立する。制限時間まで待たない場合には、希望価格を入札することで、即時の取引成立が可能である。
5. 取引成立後、Banket は buyer に対し対応する一時 SSID およびパスワードをセットし、Wi-Fi テザリング接続を開始させる。実際の通信量の推移は、seller のアプリにより測定される。
6. 接続終了後、一時 SSID 等をリセットし、転送データ量等に基づいて決済が行われる。

4 まとめ

モバイル通信帯域に関するシェアリングエコノミーを実現する帯域取引市場 Banket を提案した。モバイルユーザ間での自由取引により、従来モバイル UPN の課題を解決し、各ユーザの利得を高めるとともに、効率的なモバイルネットワーク利用を促すことが可能となる。本稿では、各ユーザ利得の理論解析および実験結果については省略したため、別途報告する。

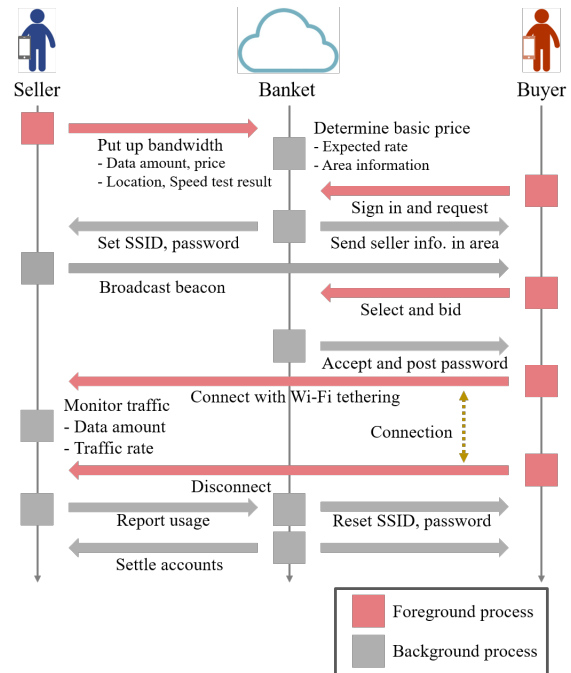


図 4: Transaction sequence.

参考文献

- [1] T. Louail, M. Lenormand, O. G. C. Ros, M. Picornell, R. Herranz, E. Frias-Martinez, J. J. Ramasco, and M. Barthelemy, "From mobile phone data to the spatial structure of cities," *Scientific reports*, vol. 4, 2014.
- [2] M. Lenormand, M. Picornell, O. G. Cantú-Ros, A. Tugores, T. Louail, R. Herranz, M. Barthelemy, E. Frías-Martínez, and J. J. Ramasco, "Cross-checking different sources of mobility information," *PloS one*, vol. 9, no. 8, p. e105184, 2014.
- [3] G. Iosifidis, L. Gao, J. Huang, and L. Tassiulas, "Incentive mechanisms for user-provided networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 52, no. 9, pp. 20–27, 2014.
- [4] M. Zhang, L. Gao, J. Huang, and M. Honig, "Cooperative and competitive operator pricing for mobile crowdsourced internet access," in *36th Annual IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM 2017)*. IEEE, 2017, pp. 1–9.
- [5] G. Iosifidis, L. Gao, J. Huang, and L. Tassiulas, "Efficient and fair collaborative mobile internet access," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 25, no. 3, pp. 1386–1400, 2017.
- [6] Y. Nakayama, K. Honda, D. Hisano, and K. Maruta, "Adaptive C-RAN architecture for smart city using crowdsourced radio units," in *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom) Work-in-Progress*. IEEE, 2019.