

サービス/クラウドにおける価格付け

田 仲 正 弘^{†1} 村 上 陽 平^{†1}

サービス連携やクラウドをベースとするシステムでは、その動的な性質や多くのステークホルダーが関与することから、従来の情報システムとは異なる価格付けの問題が生じる。本稿では、サービス/クラウドのリソース、それらの拡張における投資、連携時の利益配分に注目して、それぞれに問題に対する既存のアプローチや関連論文を紹介する。

Pricing Services/Cloud in Open Environment

MASAHIRO TANAKA^{†1} and YOHEI MURAKAMI^{†1}

In service/cloud-based systems, the dynamics and involvement of many stakeholders give rise to new pricing issues. We introduce the issues and related works from the aspect of resources of service/cloud, investment, and profit sharing for composition.

1. はじめに

サービス連携やクラウドをベースとするシステムでは、提供者・利用者のそれぞれについて、独立あるいは対立する目的を持つ主体が複数参加しうる。また、利用者の示す要件は動的に変化し、提供者がそれを前もって知ることは困難である。これらの点が、従来のシステムと比較して、利益やコストの配分を難しくしている。

本稿では、クラウド/サービスに関わる以下の3つの観点を挙げ、関連論文とそのアプローチを紹介する。第一に、クラウド/サービスのリソースに対する基本的な価格付けの観点を紹介する。第二に、ユーザの要件に基づく機能・性能の拡張の投資の問題を挙げる。第三に、複数の提供者が実現するサービスの利益配分について触れる。

本稿では、上記に述べたような利益・コストの配分に関して、従来研究において想定された様々な状況と、それぞれのアプローチを概観する。また、それに基づいて、利益・コスト配分における研究のあるべき方向性を議論する。

2. リソースの価格付け

Amazon EC2のようなIaaSを利用するとき、仮想マシンのスペックに応じて価格が異なる。一方で、複

数台の仮想マシンを利用することでも性能を向上できる。いずれの方法をとるかで、ある性能の実現のために必要なコストは異なる。あるアプリケーションにおいて、仮想マシン台数を2倍にすることで2倍の性能が得られるとしても、価格が2倍のスペックの仮想マシンに変更することで2倍の性能にはならない可能性がある。利用者にとっては方式の選択による最適化が問題となり、提供者にとっては価格付けが問題となる。このようにサービスやクラウド利用における性能と価格には、自明でない関係がある。

Wangらは、アプリケーションのタイプごとにコストと性能の関係を事例として紹介している¹⁾。低性能の仮想マシンがより高性能の仮想マシンと比べてほぼ2倍の時間を要しコストは半分となるようなトレードオフがある一方で、高性能の仮想マシンによって実行時間が短くなることでコストも半分になる事例などが紹介されている。提供者側のコストの考察としては、消費電力・設備投資などに基づくコスト試算フレームワークを用いた見積もりを行っている。仮想マシン台数を増やすことによる性能向上が、電力を削減しコストを減らすのに効果的であるなどの結果が示されている。こうした問題を解決するため、性能とコストのバランスからクラウドの比較するフレームワークの提案も行われている²⁾。複数の尺度(各種ベンチマークの実行時間・インスタンス立ち上げのレイテンシ・インスタンス間のTCP通信のオーバーヘッド・データストレージへのアクセスなど)に基づいて、クラウドの選

^{†1} 情報通信研究機構

National Institute of Information and Communications Technology

択を支援する。

3. 投資コスト

利用者の多様性や要求の変化から、クラウドやサービスにはしばしば性能向上のための投資が求められる。例として、キャッシュの増強、インデックスの作成などがある。しかし、投資の可否やコスト負担者の決定には様々な観点がありうる。

Dash らは、DB のクエリを高速化する投資を対象として、Regret theory³⁾ に基づく手法を提案している⁴⁾。選択した投資（もしくは投資しないという選択）と、それ以外の選択肢について、コストの差を積算していき、ある量を超えたときに実際に投資する。

また Upadhyaya らは、複数の利用者がその投資の恩恵を受けるときの、コスト分担の機構を提案している⁵⁾。その投資を最初に必要とする利用者のみが負担する場合、負担を避けるために投資が必要でも申告しないなどの状況が起きうる。そこで、メカニズムデザインの観点から、利用者が利得について正直な宣言をすることで利得を最大化できる (strategy-proof) ような機構を示している。

4. 利益配分

サービス連携においては、ユーザが提示する要件を満たすサービスが構成できない限り、いずれのサービス提供者も利益を得ることができない。この意味で、構成サービスはいずれも等しくサービス連携に貢献している。一方でサービス連携が実現された際に配分される利益は、そのサービスの希少性や実現コストによって差を付けられるべきであるとも考えられる。利益配分の方式に唯一の解は無く、さまざまな観点があり得る。

直接的にサービス連携における利益配分の方式の一つとして、シャープレイ値⁶⁾ に基づく利益配分を提案したものが⁷⁾。シャープレイ値は提携ゲームにおける利益配分計算の一方式であり、あのプレイヤーが参加した場合としなかった場合での全体で得られる利得の違いを貢献と考え、利益配分が決定される。

また、一部の提供者が、実際の提供コストよりも高く支払いを要求して利益を多く得ようとするといった問題もありうる。そこで、strategy-proof な利益配分を設定し、正直に価格を設定する機構を提案したものもある⁸⁾。

5. おわりに

クラウドやサービス連携における価格付けやコス

ト分担は、従来のソフトウェアシステムとは異なる性質が強く表れている部分である。主要な国際会議のトピックにも明示的に含まれており、サービスコンピューティング・クラウドの分野においてその重要性は認知されている。一方で、現時点では決まった領域や基礎となる成果が存在せず、本稿で挙げたように、ゲーム理論やメカニズムデザイン、経済学などの理論的なアプローチの適用が散発的に報告されているのみである。今後、クラウドやサービス連携という場において、これらの成果がより実践的に適用されながら発展していくことを期待したい。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 23700185 の助成を受けた。

参 考 文 献

- 1) Wang, H., Jing, Q., Chen, R., He, B., Qian, Z. and Zhou, L.: Distributed systems meet economics: pricing in the cloud, *the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing (HotCloud'10)*, pp.6-12 (2010).
- 2) Li, A., Yang, X., Kandula, S. and Zhang, M.: CloudCmp: shopping for a cloud made easy, *the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing (HotCloud'10)*, p.5 (2010).
- 3) Loomes, G. and Sugden, R.: Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty, *Economic Journal*, Vol.92, No.4, pp.805-824 (1982).
- 4) Dash, D., Kantere, V. and Ailamaki, A.: An Economic Model for Self-Tuned Cloud Caching, *2009 IEEE 25th International Conference on Data Engineering*, IEEE, pp.1687-1693 (2009).
- 5) Upadhyaya, P., Balazinska, M. and Suciu, D.: How to Price Shared Optimizations in the Cloud, *the VLDB Endowment*, Vol.5, No.6, pp.562-573 (2012).
- 6) Shapley, L.S.: A Value for n-person Games, *Contributions to the Theory of Games* (Kuhn, H. and Tucker, A., eds.), Princeton University Press, pp.307-317 (1953).
- 7) Matsubara, S.: Profit Sharing in Service Composition, *the 9th international conference on Service-Oriented Computing (ICSOC 2011)*, pp.645-652 (2011).
- 8) Mihailescu, M. and Teo, Y.: Strategy-Proof Dynamic Resource Pricing of Multiple Resource Types on Federated Clouds, *Algorithms and Architectures for Parallel Processing*, pp.337-350 (2010).