

云计算经济研究综述

孙宇^{1,2}, 廖小伟³, 王晓丹⁴, 吕廷杰²

(1. 中国移动通信集团公司 综合部, 北京 100033; 2. 北京邮电大学 经济管理学院, 北京 100876;
3. 工业和信息化部 电信研究院, 北京 100191; 4. 首都经济贸易大学 城市经济与公共管理学院, 北京 100070)

摘要: 虽然云计算已经成为 ICT 业界乃至信息技术应用各领域的热门话题, 以云计算天然的平台、跨境等为主要特征的商业服务模式也必将对经济社会及互联网发展等产生深远影响, 但学术界对云计算展开的经济研究仍然不多, 对云计算服务及应用所谓平台现象的经济研究更是屈指可数。本综述着眼于云计算经济研究特别是产业组织研究, 重点在于力图把握云计算经济发展脉络, 探讨在云计算平台经济研究中引入双边市场理论、新贸易理论等并进而开辟新交叉研究的可能。正是基于这一目的, 本文就云计算服务商业策略、对经济增长的影响、定价、平台竞争及国际贸易等, 对近期研究文献进行了综述。

关键词: 云计算; 商业策略; 经济增长; 平台竞争; 国际贸易

中国分类号: F49

文献标识码: A

文章编号: 1008-7729(2013)05-0084-05

云计算是革命性的 IT 服务模式, 较为专业的定义, 可以参考美国国家技术标准研究所的描述^[1]: 通过云计算可随时随地从网上计算资源共享池中各取所需; 有软件即服务 (SaaS, software as a service)、平台即服务 (PaaS, platform as a service)、基础设施即服务 (IaaS, infrastructure as a service) 三种服务模式, 以及私有云 (private clouds)、社区云 (community clouds)、公共云 (public clouds)、混合云 (hybrid clouds) 四种部署模式。本文倾向于将云计算定义为某种平台式的互联网商业服务 (而不是一种技术实现), 如电子邮件, 或在淘宝网上购物。这两种服务大概属于所谓的软件即服务, 或平台即服务和公共云。对云的用户来说, 像老天下雨, 我们不知道这滴雨是哪朵云下的但又确实是某朵云下的; 或像用水、用电, 简单得你打开水龙头和开关就可以, 但的确又不知道水电来自何方。

一、云计算的商业决策相关研究

由于云计算方面的文献太多, 只能管中窥豹。在成本分析方面, 对云服务商而言, 文献【2】模拟计算了亚马逊网路服务系统 (AWS, amazon web services) 运行科学应用程序所用的成本, 研究重点在于通过测量执行时间, 传送到 AWS 并从 AWS 传送出去的数据量及所使用的存储空间, 分析不同执行方案的性能成本均衡, 结果表明所需 CPU 时间的成本在总成本中占大头。文献【3】认为, 云计算成本节省论需要更为详细的成本清单来支持, 目前亟需涵盖所有成本要素的成本模型, 其基于数据中心建设成本与云计算使用成本的整合考虑构建了混合云成本模型 (该混合云含私有云数据中心和公有云数据中心), 并最后进行了验证。

对云服务购买者或消费者来说, 文献【4】认为, 即用即付 (pay as you go) 很有吸引力, 消费者不再需要进行前期的资本投入, 又能将 IT 投资风险转移给云服务提供商。文献【5】指出, 租买决策对经济

收稿日期: 2013-08-02

基金项目: 国家自然科学基金项目 (1173050)

作者简介: 孙宇(1978—), 男, 山西太谷人, 中国移动通信集团公司综合部工程师, 北京邮电大学经济管理学院 2013 级工商管理博士生, 主要研究方向为产业经济与产业政策、企业管理。

学界而言并不是新课题，提出了购买 CPU 的单位成本和租用 CPU 的单位成本的比较模型，进行了两个场景分析：其一，租用或购买 60 000 个核心高性能集群（a 60,000 core HPC cluster）；其二，租用或购买 176 个核心的计算刀片架（a compute blade rack）。文中运用数学建模的方式，考虑时间价值等问题，通过计算 NPV（net present value）、NPC（net present capacity）等分别得出租赁和购买的成本并进行比较。分析表明，当 CPU 效用高（90%）且电费便宜时，买比租要划算；但如 CPU 效用低或电费很贵时，租比买要划算。文献【6】模拟了从云提供商那里租用服务时的成本，采用了诸如加权平均响应时间（AWRT, average weighted response time）来评价其收益，较短的 AWRT 意味着较少的等待时间。其研究结果，对那些试图从私有云迁移到公共云的企业具有参考价值。不过，AWRT 有可能不是最佳的衡量指标。文献【7】认为，云服务有助于小厂商降低进入市场的成本，有助于发展中国家提升能源利用率和后发赶超。文献【8】构建了云服务投资回报率（ROI）模型，使用指标有 IT 资源的规模（服务器数量、用户规模、年收入、服务所涉及的国家数量）、资源的利用方式（平均使用量、最大使用量、数据处理的总量）、企业数据的敏感性和工作的重要程度等。最近，文献【9】也从商业模型的视角，对作为颠覆性技术的云计算进行了多个实例分析，结论认为导致大企业消亡的原因往往不是云计算本身，而是未能采取或创建新的商业模式来适配云计算技术。

二、云服务的宏观经济效应相关研究

文献【10-11】云服务的宏观经济效应，如新增就业岗位、产出变化等。其研究表明，从服务提供商那里租用计算能力和存储空间并按需付费，这种把固定成本转换成边际成本的成本结构变化，对投资和宏观经济增长、相关下游行业和 ICT 部门就业机能的再分配、财政账户（对公共部门开支的直接影响和对税收收入的间接影响）均产生巨大影响。例如，对公共部门，如为偏远地区提供医疗信息和技术、远程教育；对私营部门，由于前期的资本开支（CAPEX, capital expenditure）转化为运营成本（OPEX, operative costs），减少了中小企业（SMEs）进入市场的壁垒。对能源与排放、减少影响环境，云服务存在巨大的正外部性，如节约能源、减少碳排放。例如，统一通信技术可以减少大家的出行，家庭能源管理服务的使用可以帮助用户减少资源消耗（可参见微软 Hohm 案例）。再如，云计算不仅可整合各个独立的能源系统，还可将用能及控制等环节整合在同一系统之中，实现全系统的优化控制平衡。云服务会带来就业机会的净增加，虽然会减少 ICT 部门就业机会，但会因新企业增加、经济增长等带来大量就业机会。例如，通讯和媒体行业的新增云计算工作机会将领先其他行业；另外一个显著推动对云计算就业机会增加的行业是制造业，其中流程制造和离散制造将产生更多的云计算岗位，这是因为很多中小制造企业寻求按需提供的企业协同和客户关系管理应用服务；金融服务业将在云计算中投入更多来满足客户需求，也将产生上百万个云计算就业机会。此外还分析了云计算扩散对市场结构和竞争的影响。文献【12】发现云计算对发达经济体带来 IT 应用（信息化）延展和经济增长，对那些 IT 普及率并不完全成熟的经济体同样带来经济增长，各国政府应携手发展云计算。类似还有文献【13】。

三、云服务的定价与产业组织演进相关研究

对于 IT 服务产业组织或竞争而言，云计算到底会带来什么样的效果？这方面文献主要集中在定价方面。较早的有文献【14】，描述了三种云服务定价模型，即分级定价（按不同服务等级要求所耗费的成本）、单位定价（按单位资源量）、基于订购的定价（例如包月）。文献【15】则讨论了三层结构的云计算系统中的服务需求排序问题，基于服务提供商尽可能多地处理和满足各消费者的需求来获取最大利益，然而这可能与消费者的其他需求（响应时间快）相悖的考虑，提供了定价模型和利润驱动型的排序算法。文献【16】基于云服务购买者总是受预算约束和云资源是有限的两个假设，探讨了云计算资源配置问题，并得出了存在一个价格歧视均衡点的结论。文献【17】尝试通过贝叶斯纳什均衡解决资源配置问题，基于资源不均匀分配、消费者理性行为、不完全信息和动态连续配置等考虑，其分阶段博弈分析表明，存在纳什均衡及最后阶段的最优价格。文献【18】建立并分析了云计算市场上非合作价格和服务质量

(QoS)博弈模型,表明存在唯一纯策略纳什均衡,有助于云计算服务提供商定价和对外 QoS 承诺。文献【19】提出了自动测度效用的定价策略,分析表明现在许多提供商要求消费者按资源固定单价付费而不能按消费者不同需求进行价格歧视并非最优。

文献【20】则提出了一种有意思的仿生基因迭代算法,可能刚开始时一些基因优于其他基因(即一些定价模型能提供对云提供商来说更有利的价格),但通过模拟自然进化过程即迭代多次后,最初定价函数可以扩展为提供优化价格的定价函数,与其他定价策略相比具有有效性。

对云计算产业组织研究提出突出研究的应是文献【21】。该研究聚焦于两个关键的经济问题,一是网络效应强度的变化;二是新兴产业组织模型演进情况。即云计算将停留在当前的管道和垂直一体化结构,还是将发展成一个双边市场?对第一个问题,向云迁徙或在云环境中,将可能弱化操作系统的网络效应。因为,① 应用软件的数据更有可能在不同操作系统之间转移携带。② 对用户而言,在不同的基于云的应用之间跳转,几乎没有转换成本。转换平台的跳转成本往往发生在服务商一端,用户也许不知道(确切地说不在意)幕后的操作系统已经更换了。③ 操作系统的间接网络效应弱化,使得云环境中更可能存在多平台均衡解。因此,相比老式 On-premise 平台间的竞争(例如需要安装的操作系统),云平台竞争形成事实标准的可能性更小。对第二个问题,一个可能的结构是云平台提供商只提供基础设施,例如购物中心,其产业组织形式实质为双边市场。在这样一个组织结构中,云平台提供商收费并让独立软件开发商入驻。这种收费可能有一个固定的组成结构,还可能取决于云用户的数量。这样,定价就涉及到了双边市场中所有标准的定价问题。这种组织结构能否出现,很大程度上取决于互补品的第三方应用资源对于平台成功是否更为关键。最后,其认为云计算仍然处在逐步构造成形的初级阶段,目前预测云平台竞争将如何发展仍有很多的未知数,即影响云平台发展的关键要素演进还未尘埃落定。

不过,如果将搜索引擎视为云服务,那么对云服务的产业组织研究可以追溯得更早,也更为丰富,例如,文献【22】从法律经济交叉学科分析角度出发,基于双边市场理论进行研究,结果表明相比社会最优解而言,处于市场支配地位的平台,其定价更高,提高质量方面的投资更低。更一般地表明这种次优解,会因其过高的价格而对广告商造成不利,会因其降低搜索结果的质量而损害用户利益,同时也会因其降低产业中的创新率而对社会造成危害。

四、云服务的国际贸易相关研究

云计算秉承互联网天然的跨境(Cross-border)基因,我们不得不再审视云计算的贸易问题。文献【23】主要探讨的是国际层面的云计算,特别是对探索许多相关政策领域云计算产业的增长和日益全球化表现出浓厚的兴趣。其首先给出了云服务的全球市场概览和在美国出口中扮演的角色;然后分析了跨境云服务相关的信息自由流动及政策问题;发展中国家面临的特别挑战,针对中国、印度两个最重要新兴市场进行案例分析,建议同时考虑国际云及各自国内基础设施建设、监管方面的挑战,以及促进行业发展政策的不确定性^[23]。与贸易或法律经济分析有些相关的还有文献【24】。不过,让人抓狂的应是云计算服务相关的世界贸易组织中央产品分类目录(WTO CPC)业务分类解释等问题^[25],这涉及到如云计算适用 WTO 规则,那么 WTO 各成员国的云计算贸易策略和策略性政策或许要更谨慎些。

五、结束语

综上所述,从商业策略来看,地球人很难阻止云计算服务的进入;不论是在发达经济体抑或是信息化程度不高的欠发达经济体,这种以洗牌者或 game changer 面目出现的云计算服务都已(或将)受到夹道欢迎。从产业组织角度来看,定价是一个热点问题;基于双边市场理论的前瞻性分析,昭示着新一代的平台竞争初露端倪,招手迎接人们迈向云生态环境。而在云计算国际贸易方面,尚待人们进行深入的经济分析。

参考文献:

- [1] Mell P, Grance T. The NIST definition of cloud computing[S]. [S. l.]: National Institute of Standards and Technology, 2009: 1-7.
- [2] Deelman E, Singh G, Livny M, et al. The cost of doing science on the cloud: the montage example [C]// Proceedings of the 2008 ACM/IEEE Conference on Supercomputing. Oregon: IEEE Computer Society, 2008: 1-12.
- [3] Kashef M, Altmann J. A cost model for hybrid clouds [J]. Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services, 2012, 7150: 46-60.
- [4] Armbrust M, Fox A, Griffith R, et al. Above the clouds: a berkeley view of cloud computing[EB/OL]. (2009-28)[2013-07-29]. <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.html>.
- [5] Walker E. The real cost of a CPU hour[J]. Computer, 2009, 42(4): 35-41.
- [6] Assuncao M, Costanzo A, Buyya R. Evaluating the cost-benefit of using cloud computing to extend the capacity of clusters [C]// IProceedings of the 18th ACM International Symposium. Munich: [s. n.], 2009: 141-150.
- [7] Marston S, Li Z, Bandyopadhyay S, et al. Cloud computing - the business perspective [J]. Decision Support Systems, 2011, 51: 176-189.
- [8] Misra S C, Mondal A. Identification of a company's suitability for the adoption of cloud computing and modelling its corresponding return on investment [J]. Mathematical and Computer Modelling, Amsterdam, the Netherlands, 2011, 54(3-4): 504-521.
- [9] DaSilva C M, Trkman P, Desouza K C, et al. Disruptive technologies: a business model perspective on cloud computing [EB/OL]. [2013-07-29]. <http://ssrn.com/abstract=2196398>.
- [10] Etro F. The economic impact of cloud computing on business creation, employment and output in Europe [J]. Review of Business and Economics, 2009, 54(2): 179-208.
- [11] Etro F. The economics of cloud computing [EB/OL]. (2012)[2013-07-29]. <http://www.intertic.org/Policy%20Papers/Report.pdf>.
- [12] Iansiti M, Richards G. A study of economic impact of cloud computing [J]. International Journal of Technology, Policy and Management, 2012, 12(4): 344-372.
- [13] Bayrak E, Conley J, Wilkie S. The economics of cloud computing [J]. The Korean Economic Review, 2011, 27(2): 203-230.
- [14] Youseff L, Butrico M, Silva D. Toward a unified ontology of cloud computing [M]. Texas: In Grid Computing Environments Workshop, 2008: 1-10.
- [15] Lee Y C, Wang Chen, Zomaya A Y, et al. Profit-driven service request scheduling in clouds [C]// In Proceedings of the 10th IEEE/ACM International Conference on Cluster, Cloud and Grid Computing(CCGRID). Melbourne: [s. n.], 2010: 15-24.
- [16] Tsakalozos K, Kllapi H, Sitaridi E, et al. Flexible use of cloud resources through profit maximization and price discrimination [C] // Data Engineering(ICDE), 2011 IEEE 27th International Conference. Hannover: [s. n.], 2011: 75-86.
- [17] Teng F, Magoules F. A new game theoretical resource allocation algorithm for cloud computing[C]// 5th International Conference, GPC 2010. Hualien: [s. n.], 2010: 321-330.
- [18] Pal, P, Hui P. Economic models for cloud service markets [C]// 13th International Conference, ICDCN 2012. Hong Kong: [s. n.], 2012: 382-396.
- [19] Yeo C S, Venugopal S, Chu X, et al. Autonomic metered pricing for a utility computing service [J]. Future Generation Computer Systems, Amsterdam, The Netherlands, 2010, 26: 1368-1380.
- [20] Mario M, Jordi G. A genetic model for pricing in cloud computing markets [C]// The 2011 ACM Symposium on Applied Computing. Taiwan: [s. n.], 2011: 113-118.
- [21] Fershtman C, Gandal N. Migration to the cloud ecosystem; ushering in a new generation of platform competition [J]. Communications & Strategies, CEPR Discussion, 2012, 85(1): 8907.
- [22] Lianos I, Motchenkova E. Market dominance and search quality in the search engine market [J/OL]. (2013)[2013-07-29]. <http://jcle.oxfordjournals.org>.
- [23] Berry R, Reisman M. Policy challenges of cross-border cloud computing [J/OL]. (2012-05)[2013-07-29]. http://www.usitc.gov/journals/policy_challenges_of_cross-border_cloud_computing.pdf.

- [24] Kogan L A. Coherent international trade policies hasten, not retard, cloud computing[J/OL]. [2013-07-29]. <http://ssrn.com/abstract=2143201>.
- [25] World Trade Organization Council for Trade in Services. Communication from Albania, Australia, Canada, Chile, Colombia, Croatia, the European Communities, Hong Kong China, Japan, Mexico, Norway, Peru, the Separate Customs Territory of Taiwan, Penghu, Kinmen and Matsu, Turkey and the United States: Understanding on the Scope of Coverage of CPC 84—Computer and Related Services[EB/OL]. [2013-07-29]. http://docsonline.wto.org/gen_home.asp?language=1&_=1.

A Literature Review on Cloud Computing Economics

SUN Yu^{1,2}, LIAO Xiao-wei³, WANG Xiao-dan⁴, LV Ting-jie²

(1. Integrated Department, China Mobile Communications Corporation, Beijing 100033, China;

2. School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China; 3. China Academy of Telecommunication Research, Ministry of Industry and Information Technology, Beijing 100191, China; 4. College of Urban Economics and Public Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China)

Abstract: Cloud computing has become one of the hottest topics in the ICT industry and even in the fields of information technology application, and business service model characterized as cloud computing platform and cross-border will have a profound impact on the development of economic society and the Internet, but the research on cloud computing in the economic circles is still not much, and not to mention the platform for the cloud computing services and applications in the economic circles. This review focuses on cloud computing economic research, especially studies of industrial organization. It manages to grasp the development thread of cloud computing, and further discusses the feasibility of opening new crossover study by the introduction of two-sided market theory and new trade theory in the cloud computing platform economic research. Based on this purpose, the literature on cloud computing service business strategies, the impact on the economic growth, pricing, platform competition and international trade, etc are reviewed.

Key words: cloud computing; business strategy; economic growth; platform competition; international trade