

Fig.2 Price satisfaction of buyers

图2 买方价格满意度

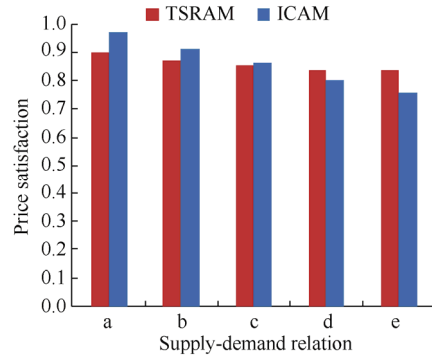


Fig.3 Price satisfaction of sellers

图3 卖方价格满意度

(3) 资源交易成功率

资源交易成功率是指在市场中请求的资源能够被满足的比例.在相同的供求关系中,交易成功率越高,说明越充分利用了空闲资源.在交易过程中,由于用户间进行交易的资源要受到服务质量、保留价格等因素的限制,所以实际能够进行交易的资源要少于市场中的空闲资源总量,可能导致有买方购买不到资源.但当市场规模变大时,用户选择的机会更多,更容易找到符合自身需求的资源,将有很小的可能导致买方购买不到资源.从图6和图7可以看出,TSRAM 优于 ICAM,首先,ICAM 侧重于价格收益,卖方会根据买方投标的价格将资源分配给价格高的买方,但是没有在去除重复胜标的买方后再重新分配卖方的资源,因此造成了资源浪费;其次,在 TSRAM 中,第2阶段的拍卖机制是以价格与信誉效益为主导,并在去除重复胜标后重新分配了资源.

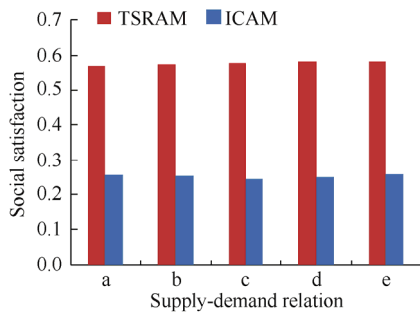


Fig.4 Social reputation satisfaction of buyers

图4 买方社交信誉满意度

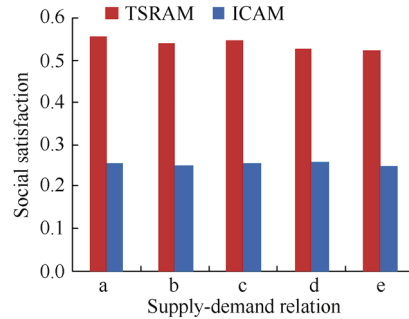


Fig.5 Social reputation satisfaction of sellers

图5 卖方社交信誉满意度

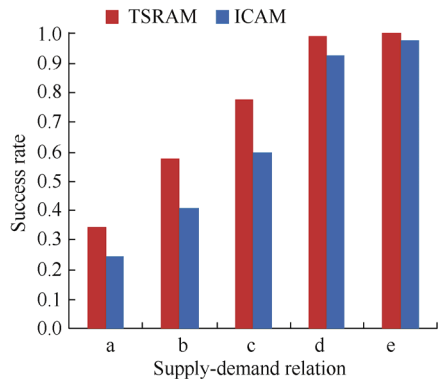


Fig.6 Success rate in different supply-demand relations

图6 不同供求关系下交易成功率

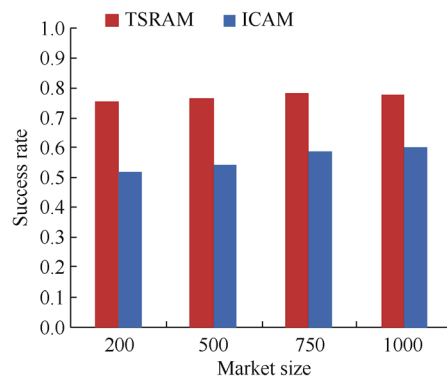


Fig.7 Success rate in different market sizes

图7 不同市场规模下交易成功率

#### (4) 时间开销

资源分配的时间开销指在进行一次资源分配时所花费的时间.如图 8 所示,随着市场规模增大,ICAM 优于 TSRAM.因为 ICAM 只实现了拍卖机制,而 TSRAM 实现了双阶段的资源分配机制.在 TSRAM 中,当市场规模在 250 人~1000 人之间时,时间开销为 0.154ms~0.587ms,时间开销小,能够快速响应买方与卖方的需求,不仅确保了资源使用时的实时性,而且保证了在不同卖方中请求到来源不同的多个资源时,数据在不同源之间的同步与一致性.从图 8 的趋势图可以看出,随着市场规模的增大,TSRAM 时间开销会有所增加,系统将存在着一定的延时,将不能确保资源使用时的实时性.因此,在小型和中型市场规模下,TSRAM 适合实时性要求比较高的用户;在大型市场规模下,TSRAM 适合于延时容忍度高的用户.

#### (5) 算法复杂度

在本文提出的双阶段移动社交云资源分配机制中,对于资源分配的第 1 阶段是根据改进 GS 算法来匹配卖方与买方,由算法 1 的流程可知,改进 GS 算法的时间复杂度取决于市场规模,随着市场规模的增大,每个买方轮询到卖方的次数也要增加,因此,资源分配的第 1 阶段时间复杂度为  $O(n^2)$ .对于资源分配的第 2 阶段是根据多对多的买方多标密封拍卖算法来匹配卖方与买方,由算法 2 的流程可知,算法的时间复杂度取决于剔除重复胜标买方数量,因此,该算法时间复杂度为  $O(n^2 \log n)$ .

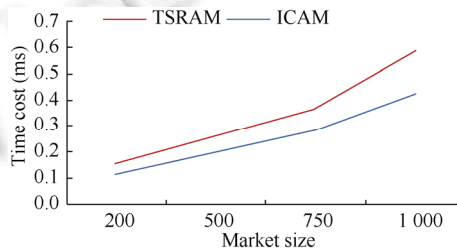


Fig.8 Time cost

图 8 时间开销

## 4 结束语

本文利用了众包的思想,通过设备之间互连共享轻量级云资源的方式解决了移动 App 中计算、存储等问题,实现了双方互利共赢.本文基于改进 GS 匹配算法和多对多的买方多标密封拍卖算法设计并仿真实现了移动社交云资源分配机制.该机制不仅利用社交关系实现了资源共享,而且在满足买卖双方的利益下,利用拍卖机制充分使用了空闲资源.仿真结果表明,本文设计的 TSRAM 机制在整体性能上都要优于基准 ICAM 机制.

本文只是对设计的移动社交云资源管理机制进行了初步实现,该机制还存在着安全、能耗等一些有待改进.当系统存在恶意用户(例如卖方向系统提交了超出自己空闲资源的虚假信息)时,会导致该机制出现一定的信任安全问题.若用户之间需要长时间连接共享资源时,会消耗大量的电量,致使卖方耗电量不能再继续为买方提供服务(或者导致买方耗电量不能继续使用卖方的资源)的情况.此外,本文只初步实现了小型和中型市场规模的资源分配,没有考虑在大型市场规模下的时间开销.因此,在未来研究工作中,设计一个合理、安全和高效的资源管理系统,并将其应用到实际生活中,是我们需要重点考虑的问题.

## References:

- [1] Miluzzo E. I'm Cloud 2.0, and I'm not just a data center. IEEE Internet Computing, 2014,18(3):73-77. [doi: 10.1109/mic.2014.53]
- [2] Abolfazli S, Sanaei Z, Ahmed E, Gani A, Buyya R. Cloud-based augmentation for mobile devices: Motivation, taxonomies, and open challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2014,16(1):337-368. [doi: 10.1109/surv.2013.070813.00285]
- [3] Chard K, Caton S, Rana O, Bubendorfer K. Social cloud: cloud computing in social networks. In: Proc. of the 3rd IEEE Int'l Conf. on Cloud Computing. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2010. 99-106. [doi: 10.1109/cloud.2010.28]
- [4] Yin ZY, Yu FR, Bu SR, Han Z. Joint cloud and wireless networks operations in mobile cloud computing environments with

- telecom operator cloud. IEEE Trans. on Wireless Communications, 2015,14(7):4020–4033. [doi: 10.1109/twc.2015.2416177]
- [5] Wang XW, Wang XY, Che H, Li KQ, Huang M, Gao CX. An intelligent economic approach for dynamic resource allocation in cloud services. IEEE Trans. on Cloud Computing, 2015,3(3):275–289. [doi: 10.1109/tcc.2015.2415776]
- [6] Javed B, Bloodsworth P, Rasool RU, Munir K, Rana O. Cloud market maker: An automated dynamic pricing marketplace for cloud users. Future Generation Computer Systems, 2016,54:52–67. [doi: 10.1016/j.future.2015.06.004]
- [7] Wang XY, Wang XW, Huang M. A multiple attribute decision and bidding based cloud resource dynamic allocation method. In: Proc. of the 8th Annual ChinaGrid Conf. Washington: IEEE Computer Society, 2013. 22–27. [doi: 10.1109/chinagrid.2013.15]
- [8] Wang XM, Chen XM, Wu WW. Towards truthful auction mechanisms for task assignment in mobile device clouds. In: Proc. of the IEEE Conf. on Computer Communications (IEEE INFOCOM). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. 1–9. [doi: 10.1109/infocom.2017.8057198]
- [9] Zheng ZZ, Gui Y, Wu F, Chen GH. STAR: Strategy-Proof double auctions for multi-cloud, multi-tenant bandwidth reservation. IEEE Trans. on Computers, 2015,64(7):2071–2083. [doi: 10.1109/tc.2014.2346204]
- [10] Jin AL, Song W, Zhuang WH. Auction-Based resource allocation for sharing cloudlets in mobile cloud computing. IEEE Trans. on Emerging Topics in Computing, 2015. [doi: 10.1109/tetc.2015.2487865]
- [11] Niyato D, Wang P, Hossain E, Saad W, Han Z. Game theoretic modeling of cooperation among service providers in mobile cloud computing environments. In: Proc. of the IEEE Wireless Communications and Networking Conf. (WCNC). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2012. 3128–3133. [doi: 10.1109/wcnc.2012.6214343]
- [12] Srinivasa KG, Srinidhi S, Kumar KS, Shenvi V, Kaushik US, Mishra K. Game theoretic resource allocation in cloud computing. In: Proc. of the 5th Int'l Conf. on the Applications of Digital Information and Web Technologies (ICADIWT). Washington: IEEE Computer Society, 2014. 36–42. [doi: 10.1109/icadiwt.2014.6814667]
- [13] Su Z, Xu QC, Fei MR, Dong MR. Game theoretic resource allocation in media cloud with mobile social users. IEEE Trans. on Multimedia, 2016,18(8):1650–1660. [doi: 10.1109/tmm.2016.2566584]
- [14] Gale D, Shapley LS. College admissions and the stability of marriage. The American Mathematical Monthly, 1962,69(1):9–15. [doi: 10.23236/ad0251958]
- [15] Yeow KW, Heng SH, Tan SY. On the security of two sealed-bid auction schemes. In: Proc. of the 19th Int'l Conf. on Advanced Communication Technology (ICACT). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2017. 58–63. [doi: 10.23919/icact.2017.7890057]
- [16] Baidu App Engine. 2017-03-12. <https://cloud.baidu.com/product/bae.html>
- [17] Sun JJ, Wang XW, Gao CX, Huang M. Resource allocation scheme based on neural network and group search optimization in cloud environment. Ruan Jian Xue Bao/Journal of Software, 2014,25(8):1858–1873. (in Chinese with English abstract). <http://www.jos.org.cn/1000-9825/4555.htm> [doi: 10.13328/j.cnki.jos.004555]
- [18] Baidu Mobile Statistics. 2017-03-12. <https://mtj.baidu.com/web/welcome/login>

#### 附中文参考文献:

- [17] 孙佳佳,王兴伟,高程希,黄敏.云环境下基于神经网络和群搜索优化的资源分配机制.软件学报,2014,25(8):1858–1873. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/4555.htm> [doi: 10.13328/j.cnki.jos.004555]



李雪(1993—),女,黑龙江肇东人,硕士生,主要研究领域为未来互联网,云计算.



王学毅(1979—),男,博士,讲师,主要研究领域为云计算,网络安全.



王兴伟(1968—),男,博士,教授,博士生导师,CCF高级会员,主要研究领域为未来互联网,云计算,网络空间安全.



黄敏(1968—),女,博士,教授,博士生导师,主要研究领域为智能算法设计与优化,调度理论与方法.