

图7 请求数与响应时间关系

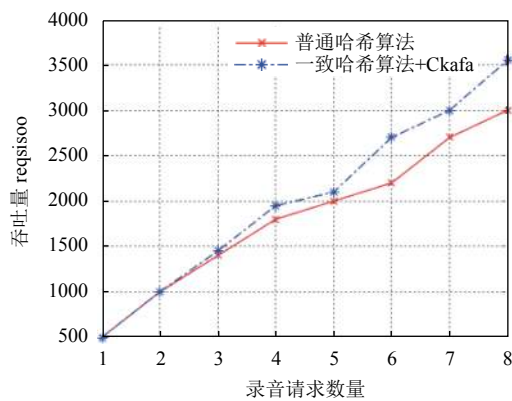


图8 服务器个数与吞吐量的关系

对于服务器集群停机情况, 本文构建了一个包含6个服务器的集群. 当群集正常接收模拟请求时, 突然关闭一个录音服务器, 并观察群集无法正常响应的错误率趋势. 实验结果如图9所示. 模拟错误发生的时间在1s时刻, 从图中可以看出, 两个方案在1s到3s的错误率处于上升阶段, 基本上没有差别. 然而, 在3s到5s内, 采用普通哈希算法的服务器集群错误率几乎不变, 但采用一致性哈希算法+Ckafa技术的录音服务器的错误率显著降低. 5s后, 两个方案的错误率开始下降, 直到错误率为0%. 因此, 可以得出结论: 当集群系统有部分服务器停机时, 采用一致性哈希算法和Ckafa技术的录音服务器可以在一定程度上降低集群错误率.

当通话结束, 录音服务器取时间或集将主叫和被叫通话的语音进行混音, 并保存为PCM格式, 随后立即将语音消息推送至PC/Web终端. 利用通用定时器,

记录从通话结束开始到PC/Web终端收到语音消息所用的最大时延, 并控制录音时间相同的通话个数, 绘制服务器同时处理通话数与终端收到推送的最大时延的关系图, 如图10所示. 由图分析可得: 当通话数小于150时, 两种方案基本保持一致, 当通话数大于150时, 差距开始拉大, 并且随着通话数的增多, 差距越来越大. 当通话数达到350时, 基于一致性哈希算法和Ckafa技术的录音服务器的最大时延为600多毫秒, 而另一种方案的最大时延已经远超过1s, 实时性得不到保证. 通过以上分析, 再结合图7录音请求数和响应时间的关系, 可以得出结论: 相比于传统电话终端录音的推送慢, 查找难, 不便捷的缺点, 本系统在一定通话数下的响应、处理、推送时间可以控制在1s以内, 突显出其实时性强的特点, 又因为是集中式录音, 不存在终端修改录音的情况, 其安全性也得到了保障.

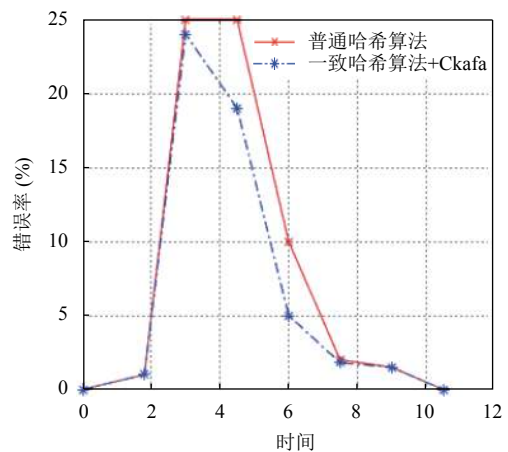


图9 服务器发生错误持续时间与错误率关系

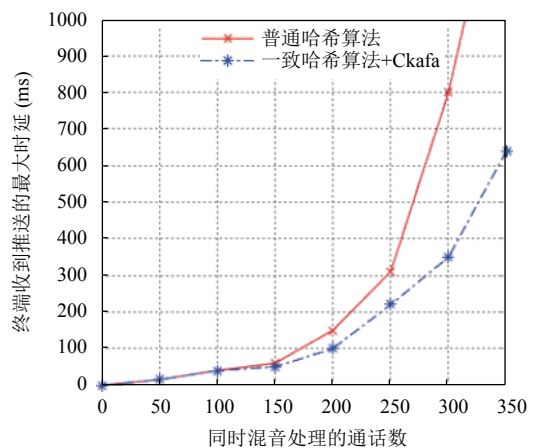


图10 同时处理通话数与最大时延的关系

## 4 结论与展望

本文通过分析电力IMS交换网中电话终端的实时录音业务需求,借助基于IMS核心交换机的端口镜像技术、一致性哈希算法和Ckafka高性能数据缓存技术,设计出一种基于电力IMS交换网的即时录音系统.该即时录音系统为旁路系统,实现静默录音,不会对生产系统产生影响,可以为电力IMS交换网的IP终端、POTS终端及软件终端(PC, Web)等各类终端提供即时、无差异的录音服务<sup>[17]</sup>,并通过系统后台将录音记录即时推送至软件终端,以便IMS终端用户随时查阅录音.文章最后,将基于一致性哈希算法和Ckafka技术的服务器与基于普通哈希算法的服务器就响应时间、吞吐量、容错能力和推送的最大时延这四项指标对其进行比较,分析得出,本文设计的录音服务器具有高并发的数据处理能力,高吞吐量,响应时间短,容错力和实时性强并能实现负载均衡.此外本文的算法还可用于大规模分布式服务器的查找,分布式存储等领域<sup>[18]</sup>.

### 参考文献

- 1 马文学,王龙龙,戎烁,等. IMS网络业务触发体系架构的研究. 计算机与网络, 2019, 45(15): 69–71. [doi: 10.3969/j.issn.1008-1739.2019.15.054]
- 2 许苏明,王忠民. SIP协议及其应用. 世界电信, 2002, (10): 45–48.
- 3 梁东杰. 计算机通信网安全协议的分析. 通讯世界, 2019, 26(5): 133–134. [doi: 10.3969/j.issn.1006-4222.2019.05.086]
- 4 王计艳,李赞,董勋,等. 核心网未来网络架构演进. 电信科学, 2015, 31(S1): 140–147.
- 5 陈子怡. 基于C语言的计算机编程技术研究. 电脑编程技巧与维护, 2018, 401(11): 63–64, 83. [doi: 10.3969/j.issn.1006-4052.2018.11.024]
- 6 Ji ZL, Ganchev I, O'Droma M, et al. A distributed Redis framework for use in the UCWW. Proceedings of 2014 International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery. Shanghai, China. 2014. 241–244.
- 7 Bhole RH, Chapté VM, Karve AC. A study of apache Kafka in big data stream processing. Proceedings of 2018 International Conference on Information, Communication, Engineering and Technology. Pune, India. 2018. 110–113.
- 8 李浩杰,杜军威,朱桂新. 基于分布式搜索引擎的消息中间件设计. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2016, 37(1): 102–107.
- 9 Sanchez VAB, Kim W, Eom Y, et al. EclipseMR: Distributed and parallel task processing with consistent hashing. Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Cluster Computing. Honolulu, HI, USA. 2017. 322–332.
- 10 Thar K, Ullah S, Hong CS. Consistent hashing based cooperative caching and forwarding in content centric network. Proceedings of the 16th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium. Hsinchu, China. 2014. 176–179.
- 11 Hong T, Wu YT, Cao BY, et al. A dynamic data allocation method with improved load-balancing for cloud storage system. IET International Conference on Smart and Sustainable City 2013 (ICSSC 2013). Shanghai, China. 2013. 220–225.
- 12 缪其勇. 分布式radius系统高可用负载均衡算法的设计与实现. 电子测试, 2018, (15): 68–69. [doi: 10.3969/j.issn.1000-8519.2018.15.028]
- 13 Hsiao HC, Chang CW. A symmetric load balancing algorithm with performance guarantees for distributed hash tables. IEEE Transactions on Computers, 2013, 62(4): 662–675. [doi: 10.1109/TC.2012.13]
- 14 Rieche S, Petrak L, Wehrle K. A thermal-dissipation-based approach for balancing data load in distributed hash tables. Proceedings of the 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks. Tampa, FL, USA. 2004. 742–751.
- 15 Wang XM, Loguinov D. Load-balancing performance of consistent hashing: Asymptotic analysis of random node join. IEEE/ACM Transactions on Networking (TON), 2007, 15(4): 892–905. [doi: 10.1109/TNET.2007.893881]
- 16 Liu Q, Cai WD, Shen J, et al. VPCH: A consistent hashing algorithm for better load balancing in a Hadoop environment. Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Cloud and Big Data. Yangzhou, China. 2015. 69–72.
- 17 陈小惠,彭世新,卜宪德. IMS行政交换网集中录音系统的设计与实现. 电力信息与通信技术, 2016, 14(11): 78–82.
- 18 Zhang GX, Zhai CJ, Wang XY. Research of distributed data optimization storage and statistical method in the environment of big data. Proceedings of 2017 International Conference on Smart Grid and Electrical Automation (ICSGEA). Changsha, China. 2017. 612–617.