

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 23020111153081

UDC _____

厦门大学

硕士学位论文

高清 VOD 仿真系统的设计与实现

The Design and Implementation of a High Definition
VOD Simulation System

马俊强

指导教师: 卢伟 副教授

专业名称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2014 年 月

论文答辩日期: 2014 年 月

学位授予日期: 2014 年 月

答辩委员会主席:



评阅人: _____

2014 年 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（ ）课题（组）的研究成果，获得（ ）课题（组）经费或实验室的资助，在（ ）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

马俊强

2014年 5月20日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：马松

2014年7月20日

摘 要

真实高清 VOD 实验系统的硬件投入大, 运行维护成本高, 测试环境配置费时, 测试规模受到严格限制。而 VOD 仿真系统则具有成本低、效率高、测试规模大等突出优点, 是强有力的研究工具。本文设计和实现一个实用性、功能性、易用性和扩展性都比较好的 VOD 仿真系统, 其主要功能和特点是, 可以模拟视频复制和视频分条两类高清 VOD 系统; 客户端可以模拟用户行为和 P2P; 服务器端既可以访问模拟的也可以访问真实的视频资源磁盘; 提供若干种视频复制策略; 提供各种缓冲区替换算法; 自动化测试模块提供友好的测试界面, 可以灵活配置测试参数和环境、产生各种测试样例和收集测试结果。

VOD 仿真系统完成了大量的测试, 结果与真实 VOD 实验系统的数据基本吻合。在高清分条式 VOD 系统的模拟测试中发现, 分片大小对服务器性能的影响非常大, 并确定了适合高清 VOD 的最佳分片大小范围。根据这个结果重新配置真实 VOD 实验系统, 使服务器性能提升 20%左右。利用仿真系统完成的抗干扰测试证实, 高清分条式 VOD 系统具有很好的抗干扰性。

关键词: 视频点播; 仿真器; 视频分条; 视频复制; 高清视频

Abstract

A real HD-VOD experimental system has big hardware investment, high cost of operation and maintenance, time consuming in setting up the test environment, and strict limitation in the test scale, whereas a VOD simulator has the outstanding advantage of low cost, high efficiency, and the capacity for making large-scale tests. Therefore a VOD simulator could be a powerful research tool. This paper designs and implements a HD-VOD simulator, which has rather good practicability, functionality, ease of use, and extensibility. The followings are the main functions and characteristics of the simulator. It contains two kinds of HD-VOD systems, one of which employs video replication, and the other in which videos are striped and stored across every resource disks (abbreviation for “striped HD-VOD” in the below). The client part can simulate the behavior of client’s replay and simulate P2P. The server part can access simulated disks as well as real disks. There are several strategies can be simulated for video replication. There are varieties algorithms can be simulated for cache replacement. The automatic test module, which has a user friendly interface, can flexibly set up the test parameters and environment, and can easily generate the test instances and collect the results.

Many tests are made with the simulator and the results are quite agreement with those of a real VOD experimental system. It is found that, in the simulating tests for the striped HD-VOD system, the size of video strip has a significant impact on the performance of a video server. The optimal range of the size, within which the strip size is appropriate for the striped HD-VOD system, is determined. According to this result, a real HD-VOD experimental system is reconfigured with which the performance is promoted to about 20% higher. It is confirmed that, in the simulating tests for maliciously replaying videos to disturb the HD-VOD systems, the striped HD-VOD system exhibits excellent capability to resist the dry scratching.

Keywords: VOD; Simulator; Video Strip; Video Replication; High Definition Video

目 录

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 高清 VOD 系统的内容部署	3
1.2.1 视频复制策略	3
1.2.2 视频分条策略	4
1.3 VOD 仿真系统的重要性	4
1.4 研究现状	6
1.5 研究及成果	7
1.6 论文结构	8
第二章 仿真系统架构	11
2.1 视频分条	11
2.2 视频复制	13
2.3 系统结构	14
第三章 定时器与通讯协议	17
3.1 定时器	17
3.2 通讯协议	19
第四章 视频复制系统	23
4.1 过程	23
4.2 策略	24
4.3 模拟	26
第五章 视频分条系统	29
5.1 缓冲区管理	29
5.2 P2P	31
5.3 磁盘管理	32
第六章 用户行为仿真	35
6.1 请求到达模型	35
6.2 点播概率模型	37
6.3 交互式模型	38
第七章 自动化测试	41
7.1 Expect 与 SCP	41
7.2 Qt 界面设计工具	41
7.3 主要功能	42
7.4 界面设计	43
第八章 实验	49

8.1 实验环境	49
8.2 视频分条测试	50
8.2.1 概念与测试样例	51
8.2.2 分片大小影响	53
8.2.3 测试结果比较	56
8.3 视频复制测试	58
8.3.1 概念与参数设置	58
8.3.2 视频复制策略的比较	60
8.4 缓冲区与 P2P 测试	60
8.5 视频分条的磁盘阻塞问题	61
8.5.1 理论分析	62
8.5.2 性能影响	64
第九章 总结与展望	67
9.1 总结	67
9.2 未来工作	68
参考文献	69
攻读硕士学位期间发表论文及科研情况	71
致谢	73

Content

Chapter 1 Preface	1
1.1 Introduction	1
1.2 Video Distribution for HD-VOD Systems	3
1.2.1 Video Replication Strategy	3
1.2.2 Video Strip Strategy	4
1.3 Significance of VOD Simulator	4
1.4 Related Works	6
1.5 Research and Achievement	7
1.6 Arrangement	8
Chapter 2 Simulator Architecture.....	11
2.1 Video Strip.....	11
2.2 Video Replication	13
2.3 System Architecture.....	14
Chapter 3 Timer and Communication Protocol.....	17
3.1 Timer	17
3.2 Communication Protocol.....	19
Chapter 4 Video Replication System.....	233
4.1 Process	233
4.2 Strategy	244
4.3 Simulation	266
Chapter 5 Striped HD-VOD System	299
5.1 Buffer Management	299
5.2 P2P.....	31
5.3 Disk Management	332
Chapter 6 User Behavior Simulation	35
6.1 Request Arrival Model	35
6.2 VOD Distribution Probability Model	37
6.3 Interaction Model.....	38
Chapter 7 Automatic Test	41
7.1 Expect and SCP	41
7.2 Qt	41
7.3 Functions	42
7.4 Interface.....	43
Chapter 8 Experiment	49

8.1 Environment	49
8.2 Test for Striped HD-VOD System	50
8.2.1 Concepts and Test Instances	51
8.2.2 Impact of Strip Size	53
8.2.3 Result Comparison	56
8.3 Test for Video Replication System	58
8.3.1 Concepts and Parameters	58
8.3.2 Comparison of Replication Strategies	60
8.4 Test for Buffer and P2P	60
8.5 Disk Blocking in Striped HD-VOD System.....	61
8.5.1 Theoretical Analysis	62
8.5.2 Performance Impact	64
Chapter 9 Conclusion and Prospection.....	67
9.1 Conclusion	67
9.2 Prospection.....	68
Reference	69
Publication and Research	71
Acknowledgement	73

第一章 绪论

1.1 引言

视频点播 (VOD, video-on-demand)^[1] 是根据用户的需要播放视频节目, 为用户提供实时、交互、按需点播的服务。其一般由三部分组成, 分别为服务器端系统、客户端系统和网络系统。服务器端系统是 VOD 系统的核心组成部分, 主要负责视频资源的压缩存储, 需要对用户的请求做出快速地响应。客户端系统是用户观看视频资源的终端。网络系统负责视频资源的实时传输。随着多媒体通信技术和宽带数据通信网络等信息基础建设的发展, 硬件成本的不断降低, 视频点播已经成为互联网时代下用户生活不可或缺的重要组成部分。目前已经可以在广域网内大规模地开展网络视频点播, 如现有的 IPTV^[2]、视频网站 (优酷、土豆、搜狐) 以及网络 P2P (迅雷看看、PPStream 等), 但上述 VOD 服务目前都只能提供较低码率的视频画质, 与真正的全高清视频画质还有很大差距。

根据服务器在网络中的物理位置, VOD 系统可以分为集中式和分布式两种。在集中式 VOD 体系结构中, 服务器集中放置在网络中的一个地方, 所有的用户直接从一个或多个服务器上获取视频资源。其优点是结构简单, 易于管理, 成本低廉。但是在大规模应用中, 集中式 VOD 系统将受到网络带宽的严重制约。

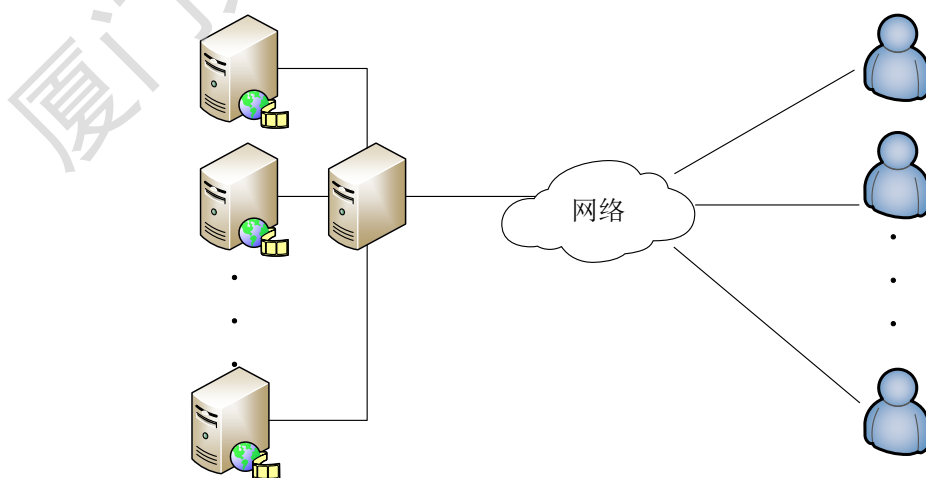


图 1.1 集中式 VOD 系统结构

在分布式 VOD 体系结构中，多个服务器组分布在网络的各个地方，一个服务器组只为部分用户提供服务，这样就将系统的负载动态地分配到广域网中。分布式 VOD 系统具有良好的可扩展性，当系统的用户规模增长时，只需适当地增加资源服务器的数量，即可满足用户的点播需求。分布式 VOD 系统具有很好的容错性，可以提供高可靠的服务。即使系统中某个节点发生故障，也不会影响用户的点播体验。另外，分布式 VOD 系统具有很高的性价比，即使使用配置较低的资源服务器，也能为用户提供高质量的服务。因此，实现大规模 VOD 系统时必须采用分布式的体系结构。图 1.2 是一个多级树形网络架构的分布式 VOD 系统。

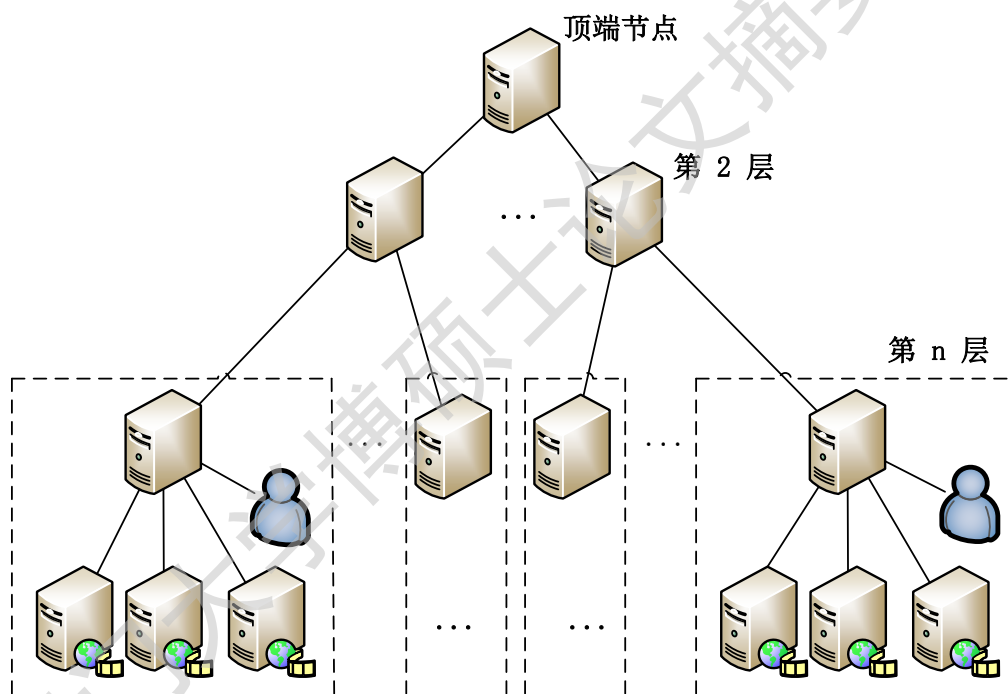


图 1.2 多级网络架构的分布式 VOD 系统

随着高清视频编码格式的进步和用户对于视频画面服务质量要求的提高，高清 VOD 已经成为新的趋势。高清视频的平均码率约为 $20\text{Mbps}^{[3]}$ ，相比普清视频平均约 2Mbps 的码率，用户单次请求的视频资源比较大，对系统性能有着极高的要求，因此高清 VOD 系统更需采用分布式的体系结构才能为用户提供高可靠、高质量的点播服务。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库