

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 23020101153039

UDC \_\_\_\_\_

廈門大學

碩 士 學 位 論 文

缓冲区替换策略在服务器前置高清 VOD  
系统和视频复制中的应用研究

The Study of Cache Replacement Policies Applied  
to HDVOD-DSAF System and Video Replication

刘飞

指导教师姓名: 卢伟 副教授

专业名称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2013 年 月

论文答辩时间: 2013 年 月

学位授予日期: 2013 年 月

答辩委员会主席:

评阅人:

2013 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):

年 月 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）：

年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

服务器前置是指将视频服务器部署在靠近客户端的地方,通常是用户密集的局域网中。缓冲区管理对于提高服务器前置高清 VOD 系统的效能非常重要。VOD 系统访问缓冲区的行为特征,与程序执行时访问内存的特征,存在显著差别,传统上被认为好的缓冲区替换算法,如 LRU, LRFU, LFRU 等,并不太适用于 VOD 系统。本文通过大量仿真测试确认,对于服务器前置高清 VOD 系统, FIFO 算法是最适用的。根据测试数据,与其它算法相比, FIFO 可将客户端缓冲区命中率提高 2%至 6%;本文提出文件活跃连接数概念,将其与 FIFO 算法相结合,根据测试数据,可以将服务器缓冲区的命中率提高 2 至 60 倍。

对于 VOD 系统负载均衡重要策略之一的视频复制,以往常用的方法是最优化方法,算法复杂且计算量大。本文使用启发式方法,将缓冲区替换策略反过来应用于视频复制。通过仿真测试发现,与最优化方法相比,这个启发式方法不仅简单高效,而且可以大幅度降低视频服务器的拒绝率。

**关键词:** 服务器前置; HD-VOD; 缓冲区替换; 视频复制

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## Abstract

Deploying servers along the frontier (DSAF) means deploying servers near clients, which usually places the servers within local networks. Cache management is very important to increase the efficiency of HD-VOD system that deploys servers along the frontier (HDVOD-DSAF). The action characteristics that a VOD system accesses cache are significantly different from those that a program accesses memory when execution. The cache replacement algorithms that are thought as good in the traditional viewpoint, such as LRU, LRFU, LFRU, are not very applicable to VOD system. By large simulation tests, we confirmed that FIFO algorithm is the most applicable to HDVOD-DSAF system. Compared to other algorithms, FIFO increases the hit rate of client cache from more than 2% to 6% according the test data. The thesis suggests a concept of living link number of file. Combing this concept with FIFO, the modified FIFO algorithm increases the hit rate of server cache from more than 2 to 60 times according to the test data.

Optimizing methods are previously in common use for video replication, which is one of the important policies of load balance for VOD system. These methods are complicated and heavy computing. The thesis uses a heuristic method that inversely applies cache replacement policy to video replication. By simulation test we found out that, contrasted to optimizing methods, this heuristic method is not only simple and high efficiency, but also decreases the blocking probability of video servers by a large margin.

**Keywords:** DSAF; HD-VOD; Cache Replacement; Video Replication

厦门大学博硕士学位论文摘要库



# 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 VOD 系统简介 .....	1
1.2 高清 VOD 系统存在的问题 .....	3
1.3 服务器前置方案 .....	4
1.4 本文研究内容及其意义 .....	5
1.5 本文结构组织 .....	6
<b>第二章 国内外研究现状</b> .....	<b>9</b>
2.1 缓冲区替换 .....	9
2.2 视频复制 .....	11
<b>第三章 VOD 系统缓冲区访问行为特征</b> .....	<b>13</b>
3.1 客户端缓冲区访问行为 .....	13
3.1.1 VOD 系统客户端的行为特征 .....	13
3.1.2 服务器前置高清 VOD 的 P2P 模型 .....	13
3.1.3 VOD 系统客户端的 cache 污染问题 .....	14
3.2 服务器端缓冲区访问行为 .....	15
<b>第四章 VOD 系统缓冲区替换策略</b> .....	<b>17</b>
4.1 客户端缓冲区替换策略 .....	17
4.2 服务器端缓冲区替换策略 .....	17
<b>第五章 视频复制</b> .....	<b>19</b>
5.1 原理和策略 .....	19
5.2 双窗口频率算法 .....	20
<b>第六章 缓冲区性能仿真测试</b> .....	<b>23</b>
6.1 仿真平台介绍 .....	23
6.1.1 用户行为管理模块 .....	23
6.1.2 客户端缓冲区管理模块 .....	26

6.1.3 服务器模块.....	27
<b>6.2 仿真平台参数设定 .....</b>	<b>28</b>
<b>6.3 测试样例 .....</b>	<b>30</b>
<b>6.4 客户端缓冲区算性能测试 .....</b>	<b>30</b>
6.4.1 P2P 打开 .....	30
6.4.2 P2P 关闭 .....	36
<b>6.5 服务器端缓冲区算法性能测试 .....</b>	<b>39</b>
6.5.1 P2P 打开 .....	40
6.5.2 P2P 关闭 .....	41
<b>第七章 视频复制性能测试 .....</b>	<b>45</b>
7.1 视频复制仿真平台 .....	45
7.2 参数设定 .....	46
7.3 实验 .....	48
<b>第八章 总结与展望 .....</b>	<b>51</b>
8.1 总结 .....	51
8.2 未来工作展望 .....	52
<b>参考文献 .....</b>	<b>53</b>
<b>附 录 55</b>	
<b>致 谢 57</b>	

# Contents

<b>Chapter1 Instruction .....</b>	<b>1</b>
1.1 VOD System.....	1
1.2 Existing Problems .....	3
1.3 HDVOD-DSAF System.....	4
1.4 Contents and Significance .....	5
1.5 Organization.....	6
<b>Chapter2 Related Works.....</b>	<b>9</b>
2.1 Cache Replacement.....	9
2.2 Video Replication .....	11
<b>Chapter3 Action Characteristics of Cache Access.....</b>	<b>13</b>
3.1 Client Cache .....	13
3.1.1 The characteristics .....	13
3.1.2 The P2P model for HDVOD-SDAF system .....	13
3.1.3 Cache pollution .....	14
3.2 Server Cache.....	15
<b>Chapter4 Cache Management in VOD System.....</b>	<b>17</b>
4.1 Client Cache .....	17
4.2 Server Cache.....	17
<b>Chapter5 Video Replication .....</b>	<b>19</b>
5.1 The Principle and Policies.....	20
5.2 Double Window Frequency Algorithm .....	
<b>Chapter6 The Simulation Test for Cache Replacement.....</b>	<b>23</b>
6.1 Simulation Platform.....	23
6.1.1 User behavior module .....	23
6.1.2 Client cache management module.....	26

6.1.3 Server module .....	27
<b>6.2 Parameters.....</b>	<b>28</b>
<b>6.3 Test Samples .....</b>	<b>30</b>
<b>6.4 The Test of Performance for Client Cache .....</b>	<b>30</b>
6.4.1 P2P open .....	30
6.4.2 P2P close .....	36
<b>6.5 The Test of Performance for Server Cache.....</b>	<b>39</b>
6.5.1 P2P open .....	40
6.5.2 P2P close .....	41
<b>Chapter7 The Simulation Test for Video Replication .....</b>	<b>45</b>
7.1 Simulation Platform.....	45
7.2 Parameters.....	46
7.3 Test.....	48
<b>Chapter8 Conclusion and Prospecction .....</b>	<b>51</b>
8.1 Conclusion .....	51
8.2 Prospecction .....	52
<b>Reference.....</b>	<b>53</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>55</b>
<b>Acknowledgement.....</b>	<b>57</b>

# 第一章 绪论

## 1.1 VOD 系统简介

VOD 是 Video On Demand 的缩写，中文意思是视频点播，它允许用户根据自身的爱好来实时点播视频内容，同时也可以进行快进、快退、暂停等交互式操作<sup>[1]</sup>。

传统的单服务器架构受硬件处理速度和带宽限制，不能满足 VOD 系统中大规模用户的高并发实时请求。为了提高 VOD 系统的 I/O 吞吐量和稳定性，如今的 VOD 系统一般采用分布式架构。典型的 VOD 系统结构如图 1.1 所示。用户通过智能手机、个人电脑或者电视机机顶盒访问 VOD 系统，VOD 系统前端服务器负责接收用户的请求，并按照一定的负载均衡策略将用户请求重定向到节点视频服务器。

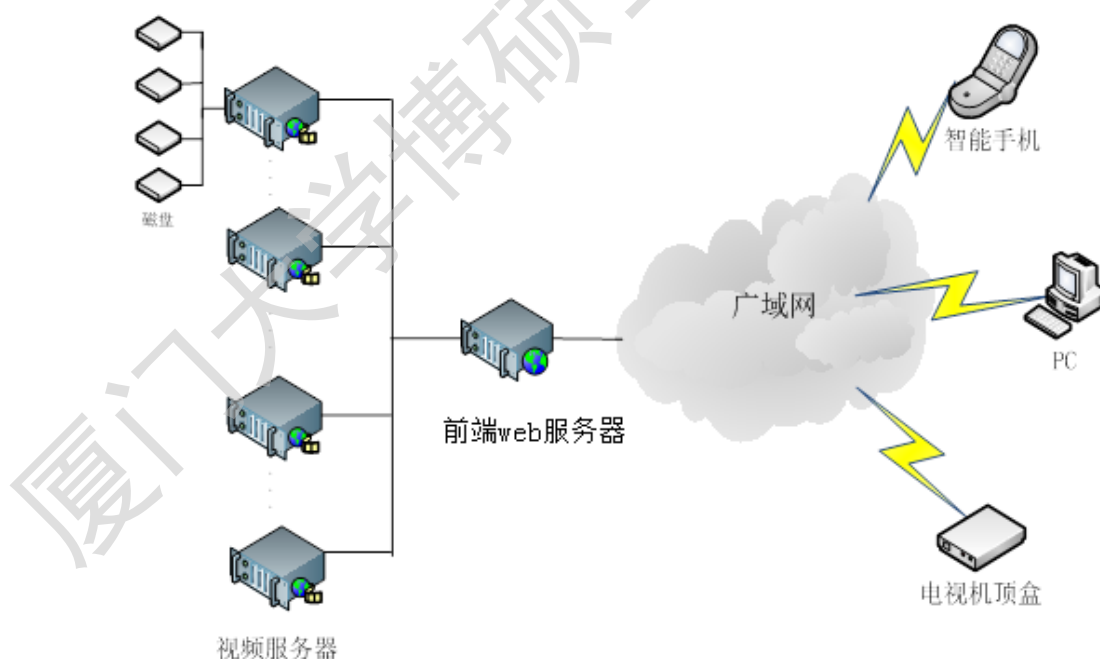


图 1.1 VOD 系统结构图

随着高清视频编码格式的进步以及互联网网络带宽的提高，高清 VOD 服务以其可交互性、高欣赏度，正有着越来越广阔的需求空间。相比于普通的 VOD 服务，高清 VOD 对网络质量提出了更高的要求。现有的网络条件和硬件条件存在带宽不足、长时间传输延迟、以及服务不稳定等问题。客户端严格的实时性和服务质量要求对服务系统的可伸缩性和可靠性提出了更高的要求。因此，P2P、CDN 等技术也逐渐用于提高高清 VOD 系统的性能。

P2P 是英文 Peer-to-Peer 的简称，即“点对点”对等技术<sup>[2]</sup>。在 P2P 网络中，每一个客户端同时身兼服务器的功能，通过客户端之间的资源共享以加快下载速度。采用 P2P 技术可以有效利用用户闲置的带宽资源、计算资源以及存储资源，将大规模计算或存储数据分布到所有节点上，实现高性能分布式计算、高带宽、高 I/O 吞吐能力和海量存储的目的。与此同时，因为 P2P 具有对等性、分布式、自组织的特性，基于 P2P 机制的分布式系统一般具有良好的扩展能力，在提供大规模并发服务时表现出非常明显的优势。论文<sup>[3]</sup>阐述了采用 P2P 技术构建低延时的 VOD 系统的可行性。

CDN 的全称是 Content Delivery Network，即内容分发网络<sup>[4]</sup>。其基本思路是让网络数据传输尽可能避开互联网上有可能影响数据传输速度或服务稳定性的瓶颈和环节，使内容传输的更快、更稳定。在互联网中，主干网被分割成多个区域网络，不同区域网络节点间的传输速度相较于相同区域网络间的节点传输速度极为有限。为了减少不同区域网络间的传输流量，在本地建立镜像服务器，同时缓存重复内容，从而减少不同区域网络间的不必要数据传输。

如图 1.2 所示，CDN 与传统的 IP 网络不同，用户不直接向原始服务器请求数据，而是由 CDN 重定向到本地缓存上，并把请求定向到最佳服务器。

CDN 最初只应用在 Web 站点的访问上，由于 Web 站点访问量大，访问内容小且频繁，所以采用 CDN 能够在本地建立起一个有效的缓冲机制，减少原始服务器的负载。2004 年以后，随着流媒体点播的兴起，CDN 也开始支持 RSTP 等流媒体协议，同时 P2P 等服务的种子节点也开始采用 CDN 进行加速。

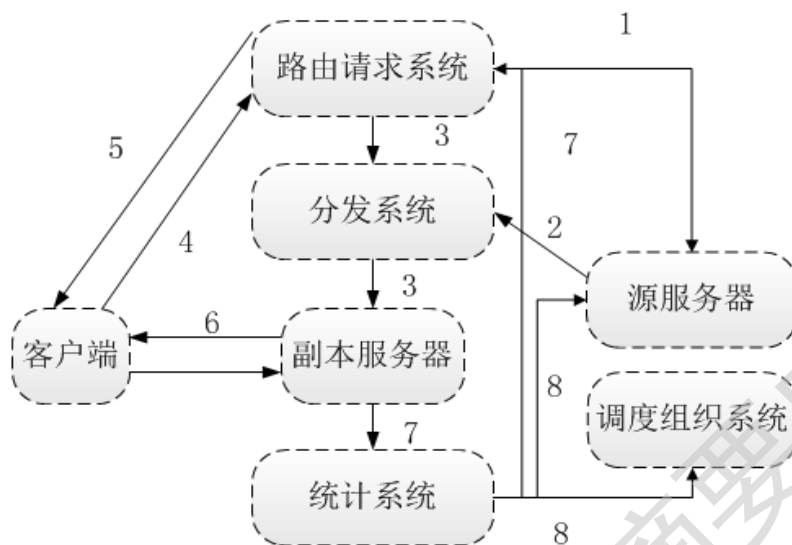


图 1.2 CDN 工作流程

## 1.2 高清 VOD 系统存在的问题

随着宽带网络技术、计算机技术、存储技术的快速发展，高清 VOD 系统开始被广泛应用于互联网，成为了人们获取信息的重要手段之一。以 IPTV 为例，从 2004 年开始，国内 IPTV 用户迅速增长，截至到 2010 年市场规模已经达到 1000 万，用户群体的迅速扩张使得人们对高清 VOD 系统的稳定性和实用性提出了更高的要求。统计数据显示在 2011 年互联网视频数据流量已经占网络总流量的 51% 左右，预计 2016 年视频数据流量将会消耗 86% 左右的全球网络带宽<sup>[5]</sup>。

全高清视频的码率一般在 10Mbps 以上，蓝光品质的视频可高达 40Mbps，而目前的主干网带宽大约在 100Gbps 级别。假设高清视频的码率为 20Mbps，广域网网络带宽为 100Gbps，使用传统的客户机/服务器模式(C/S 模式)构建高清 VOD 系统，5000 个用户就基本耗尽目前广域网所能提供的所有带宽，而且将广域网带宽全部用于提供高清 VOD 服务也不切实际。可以看出，高清 VOD 系统不仅要面对不断增长的用户访问量的挑战，也面临着现有主干网带宽限制的严峻问题。

CDN 能够缓存的内容有限，大量的网站地址、在线视频、普通文件等不可能全部缓存，随着时间推移，CDN 只会留下最热门的资源，这对更新速度快的 Web、热门视频等有着极大的好处。但是对于高清 VOD 而言，大容量的视频（一

部全高清视频大小一般在 10GB 以上)对 CDN 缓存的占用会极严重地影响 CDN 缓存内容的数量;同时由于高清视频具有较长的播放时间长度,一个高清视频文件分段在较短的时间内被访问的概率远远低于 Web 和热门流媒体,这对 CDN 缓存替换算法提出了更高的要求。同时,由于 CDN 只是将部分主干网网络流量转移到城域网,因此高清 VOD 形成的巨大流量依然会严重影响本地互联网的其他网络服务<sup>[6]</sup>。此外,为了提升 CDN 服务的稳定性和安全性,必须进行大规模的服务器部署,这无疑增加了 VOD 服务的运营成本。因此 CDN 也无法满足大规模全高清视频点播服务的需求。

P2P 的效果依赖于同时点播相同资源的用户数量,热门资源可以依靠大量用户之间的共享提供相对比较稳定的下载带宽。由于 P2P 用户之间可以直接交换数据,当数据量大的时候会极大地消耗广域网大量的带宽。研究表明,基于 P2P 协议的网络流量已经占到互联网总流量的 70% 左右<sup>[7]</sup>,已经严重影响网络的服务质量,妨碍正常网络业务的开展和关键应用的普及<sup>[8,9]</sup>。因此,在广域网上通过 P2P 服务大规模地提供全高清视频服务并不现实。

因此,在目前的广域网环境中,VOD 系统仅能提供 DVD、VCD 甚至更低画质的 VOD 服务,若要大规模地提供全高清 VOD 服务,则必须采取其他的方法。

### 1.3 服务器前置方案

如今小区局域网的入户带宽基本都是 100Mbps 的以太网,若能将视频服务网络部署在用户密集的局域网内,以现有的网络条件就可以满足视频服务的带宽要求,即通过在每个小区的交换机房部署一台或数台普通视频服务器,将所有的服务器组成一个分布式服务器集群,便可以将绝大部分视频流量限制在局域网内,从而避免广域网的带宽限制。这种解决方案我们称为服务器前置方案。

服务器前置方案的主要问题是成本问题。普通的服务器只能提供 20~30 个左右的全高清视频流服务,若一个居民小区有 300 个用户,则需要大约 15 台服务器才能满足需求,仅服务器成本就高达几十万元,代价过高。此外,服务器数量越多,占用的空间和功耗就越大,故障率也越高,从而导致很高的运行维护成本。因此必须设法提高服务器前置高清 VOD 系统的性价比,这种方案才具有可行性。



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](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库