文章编号:1001 - 9081(2005)01 - 0196 - 03

城域网上 CDN 技术的应用

熊　明[1],赵　政[1],赵怿甦[2]

(1. 天津大学 电子信息工程学院,天津 300072;　2. 天津大学 软件学院,天津 300072)

(xiong_ming@ sina. com)

摘　要:CDN 是一个建立并覆盖在互联网,并由分布在不同区域的节点服务器群组成的虚拟网络。CDN 采用缓存、复制、负载均衡和客户请求重定向等技术,将信息资源推向网络边缘,使得客户可以从"最近最好"的服务器快速访问到所需的内容,从而提高了终端用户的访问速度。文中简要介绍 CDN 的概念和技术,包括 CDN 基本工作原理,内容路由的设计原则和机制比较,节点内容引擎比较。通过 CDN 的技术方案,为宽带的发展提供一些技术参考。

关键词:CDN 网络; CDN 层次架构; 内容路由; 内容引擎

中图分类号: TP393.1　　**文献标识码**:A

Application of CDN technology on MAN

XIONG Ming[1], ZHAO Zheng[1], ZHAO Yi-su[2]

(1. *School of Electronic Information Engineering, Tianjin University, Tianjin* 300072, *China;*
2. *School of Computer Software, Tianjin University, Tianjin* 300072, *China*)

Abstract: CDN is a fictitious network, covered in Internet and made up of nodal servers in different areas. Through caching, duplicating, load balancing and user request redirecting, CDN pushes information resources to network edges to provide end users with the best and most available servers to access various contents. A brief view of CDN technology was presented, including basic working principles of CDN platform, design principles and mechanism compare of the content routing, and the nodal content engine was compared. The establishment of information sources in broadband networks was also mentioned.

Key words: CDN network; Level framework of CDN; Content Routing; Content Engine

1　CDN 的概念及技术

1.1　内容分发网络 CDN 简介

狭义地讲,CDN(Content Delivery Network)是一种新型的网络构建方式,它是在传统的 IP 网发布宽带丰富媒体而特别优化的网络覆盖层;而从广义的角度,CDN 代表了一种基于质量与秩序的网络服务模式。

1.1.1　CDN 的组成

CDN 存在的理由和目的是使得 Internet 成为一种针对关键任务(mission-critical)和丰富媒体内容服务的可信任网络。

一个典型的 CDN 由以下四要素组成:

内容服务引擎: 位于 CDN 接入点中的一组分布式的服务代理,通常选择缓存服务器来实现,可缓存静态的 Web 内容和流媒体内容,提供边缘服务,使得用户的请求能绕过 Internet 的拥塞区域。

本地负载均衡: 位于 CDN 接入点中,除配合完成全局的负载均衡之外,负责内容服务引擎的负载平衡及业务服务的访问控制。

全局负载均衡: 负责通过静态或动态的方式为用户的请求选择最佳的访问站点。

管理系统: 集中式的内容分发管理和网络管理,并对用户和内容提供商的 CDN 使用情况进行统计和计费。

1.1.2　CDN 的工作原理

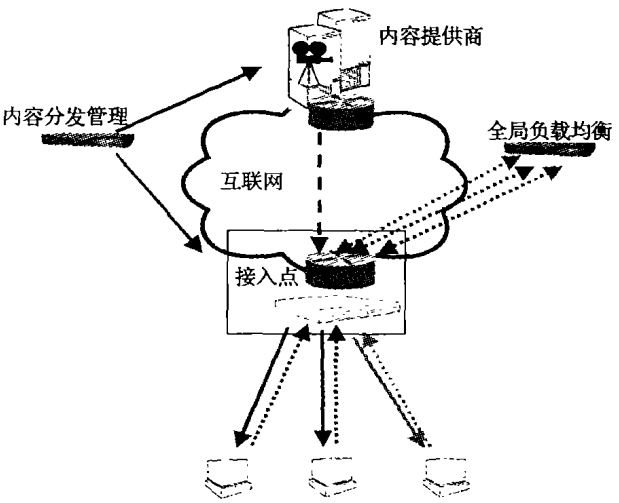

图 1

CDN 是一个经过策略性部署的整体系统。通过用户就近性和服务器负载的判断,CDN 确保内容以一种极为高效的方式为用户的请求提供服务。总的来说,内容服务基于缓存服务器,也称作代理缓存(Surrogate),它位于网络的边缘,理

收稿日期:2004 - 07 - 05;**修订日期**:2004 - 12 - 04

作者简介:熊明(1975 -),女,硕士研究生,主要研究方向:网络、数据库;　赵政,男,教授,主要研究方向:网络、数据库;　赵怿甦(1979 -),女,硕士研究生,主要研究方向:网络、数据库.

想状况下距用户仅有"一跳"(single hop)之遥。同时,代理缓存是内容提供商源服务器(通常位于 CDN 服务提供商的数据中心)的一个透明镜像。

CDN 工作模式如图 1 简示。

基于内容分发网,网络宽带丰富媒体的服务表现出全新的特点,其中最重要的包括:

1) 全网接入点(CDN PoP 点)上部署的内容引擎(缓存)内主动预存储的内容由内容分发管理设备/模块统一调度管理,内容管理层的出现使得整个系统具备了可运营的能力;

2) 每个用户的服务请求被重定向到 CDN 系统的全局负载均衡设备,由其统一调度,导向用户请求至最合适的边缘服务点。同时,本地负载均衡技术还用于确定内容服务器的可用性,并将用户到内容服务器群集中负载最轻的服务器。实现"最轻、最快、最近"的流量管理。

1.2 CDN 网络的层次性架构

根据所处的网络位置和完成的功能的不同,我们可以将一个完整的 CDN 划分为 3 个层次:核心层、骨干层和分配层。如图 2 所示。

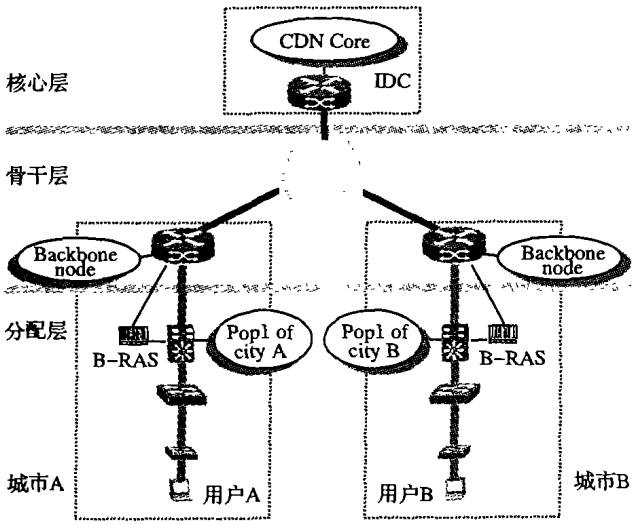

图 2

1.2.1 核心层节点

作为 CDN 网络层次结构中的顶端,核心节点是整个 CDN 网络的运行、管理和维护的核心,所有的用户内容请求都会由核心节点进入 CDN 网络,并由 CDN 网络根据用户和网络的实际情况,为用户指定一个合理的 CDN 分配层节点进行服务。在网络上,CDN 核心节点要求有高速的骨干网络链路,要求和每个骨干节点都尽可能有高速和跳数最短的网络环境。

作为 CDN 网络的核心,核心节点起到 2 个关键作用:

1) 负责所有用户的内容请求,根据用户的信息作出准确的用户就近性判断,并根据判断的结果,将用户的请求分发到指定的分发节点。

2) 负责 CDN 的内容分发管理,把需要服务的内容通过合适的格式和方式,分发到所有的骨干 CDN 节点。

1.2.2 骨干层节点

CDN 骨干层节点在物理上一般和作为网络骨干节点的处在同一的地点,作为 CDN 分层结构中的中间层次,对于 CDN 网络优势的直接体现起极其重要的作用,主要是:

与 CDN 核心节点配合,完成内容的分发,实现内容的本地化;

作为每个地市的中心节点,完成内容的本地存储;

作为本地市的核心节点,对所有的分发节点进行内容的进一步分发,为分配层节点实现分布式服务提供条件。

1.2.3 分配层节点

分配层是 CDN 网络结构的最低一层,是为用户直接提供服务的节点。在目前的城域网实际情况下,我们更强调对用户的分布式服务。所以,根据以上分析和我们对 CDN 分配层节点的定义,分配层节点主要完成的功能包括:

直接面对大量用户,为用户直接提供服务;

通过分布是服务机制,实现服务能力的提高,实现对大并发服务的需求。

根据这些功能,我们要求对于分配层设备一般有:

用户连接缓存引擎组的高性能二层/三层以太网交换机;

用于完成本地负载平衡的应用层重定向设备;

用于完成内容分发服务的高速缓存设备;

其他和内容分发有关的代理设备等。

2 内容路由设计原则

内容路由的设计涉及到就近性判断、重定向机制和流量分配策略等问题。本方案的内容路由机制设计基于如下事实和考虑:

流媒体服务要求内容请求必须(或最大程度地)由距用户最近的 PoP 点提供服务,这就要求内容路由机制以静态内容请求路由为主,并有确定的备份请求路由方案;

以静态内容路由为主,辅以确定备份路由策略是网络管理和性能调优的需求;

请求路由的设计必须考虑 CDN 作为应用支撑平台,这就要求 CDN 的内容请求路由机制要支持域名和直接给出 IP 地址的服务模式;

客户访问网络时,其客户机中的 Local DNS 设置有可能不是本地城域的 Local DNS 地址。这就要求在内容路由设计中对该状况作出相应的处理。

3 内容路由机制比较

内容服务的请求路由机制(RRS Request Routing System)是 CDN 网络规划中最关键的因素之一,它的设计直接关系到 CDN 的核心思想:就近服务。

而全局负载均衡策略又是整个内容请求路由机制设计的基石,它的主要内容包括就近性判断和服务重定向机制,全局负载均衡的成功与否直接关系到最终用户的访问成功与质量。

3.1 方式一:基于 DNS 重定向

图 3 所示为基于 DNS 重定向的全局负载均衡策略的示意。

当用户在浏览器访问 video. site. com 时,首先要进行 DNS 解析,即查找出 video. site. com 的 IP 地址,然后用户与该 IP 地址建立 TCP 连接访问网站内容,DNS 流量分配方式工作在 DNS 解析过程中。通过在域 site. com 的 DNS 服务器上增加一条 NS 记录,即指向位于某一全局负载均衡设备(不失一般性,假设为位于 PoP 1 的 L4 交换机)的控制 IP 地址,对 video. site. com 的解析将由该 Layer 4 Switch 负责。各分布节点接受

用户请求并最终将流媒体内容发送给用户。

3.2 方式二:基于网络就近性判断和广域三角重定向

与方式一相比,本方式全局负载均衡策略的不同点也是最大优点在于:省中心节点的 Layer 4 Switch 不仅需要解析相应的域名,同时还根据用户真实 IP 地址来进行最优站点计算和判断,最终将用户流量重定向相应的服务节点上。如图 4 所示:

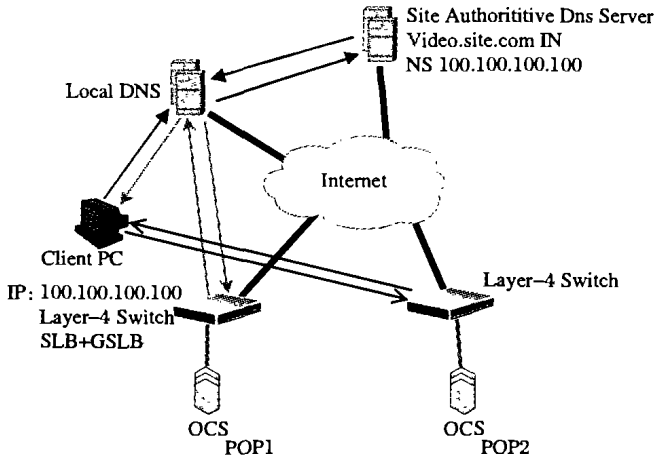

图 3

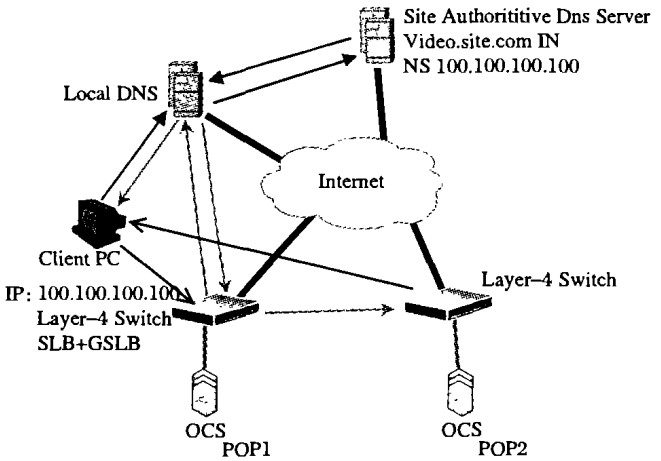

图 4

当用户访问已经加入 CDN 服务的流媒体服务网站时,WSD NP 首先会通过 TCP/IP 握手获得客户的 IP,并在静态最近路径表中查找该 IP 所属的网段是否存在,如存在该客户即被透明的导向到静态最近路径表中所设定的优先级最高的 PoP 点。如没有该记录则 NP 会以同样方式去查动态最近路径表,如仍没有记录 NP 会通知各 PoP 点 WSD 一同去测各 PoP 点离用户的距离及时延,并通过专有协议 LRP、PRP 报告,确定最优站点,然后通过 HTTP 重定向或全局三角重定向技术来实现将用户导向到最佳 CDN 节点,与此同时,该 IP 地址所在的 C 类网段会被添加至动态最近路径表,供今后使用;CDN 节点的服务器(节点上的高速缓存)负责将用户请求的内容提供给用户。

3.3 方式三:基于应用层的 RTSP/MMS/HTTP

以 OneWave ContEx 软件 CDN 实现广域网范围内的两级内容路由为例。

用户访问已经加入 CDN 服务的流媒体服务网站时,ContEx 内容路由导向器(CRD)首先会通过 TCP/IP 握手获得客户的 IP,并在静态最近路径表中查找该 IP 所属的网段是否存在。

如存在该客户即被透明的通过发送应用层重定向命令导向到静态最近路径表中所设定的优先级最高的骨干节点。

如没有该记录则 CRD 会以同样方式去查动态最近路径表,如仍没有记录 CRD 会通知各 PoP 点内容路由导向器(CRD)一同去测各 PoP 点离用户的距离及时延,并通过专有协议报告核心节点确定最优站点,然后通过应用层重定向技术来实现将用户导向到最佳 CDN 节点。该 IP 地址所在的网段会被添加至动态最近路径表,供今后使用(图 5 的 1 ~ 6)。

在各城域骨干节点上由 CRD 再次调选最优的本地城域分配节点并发送第二次应用层重定向命令给用户(图 5 的 7 ~ 8)。

用户直接与内容服务网关(CSG)建立连接,CSG 会通过与它所管辖的媒体服务控制器(MSC)通信得到最优服务节点,并第三次通过重定向命令发送给用户(图 5 的 9 ~ 11)。

用户最终与 MSC 控制的流媒体服务器建立连接取得内容服务(图 5 的 12 ~ 13)。

若内容不在本地的任一 MSC 中,本地的 CSG 会将用户指向本地一台具有 Proxy 功能的流媒体服务器(如:Media V9 Server、Real Helix Server 或者硬件缓存服务器),由此服务器向原始内容服务器(OCS)或镜像内容服务器(ICS)获取内容,同时向用户提供流媒体服务(图 5 的 14)。

4 节点内容引擎比较

节点内容引擎主要包括以下两类:缓存服务器、通用 PC 服务器和软件组合。

4.1 缓存服务器内容引擎的特点

1)专业的缓存服务器不仅支持流媒体的缓存,还支持基

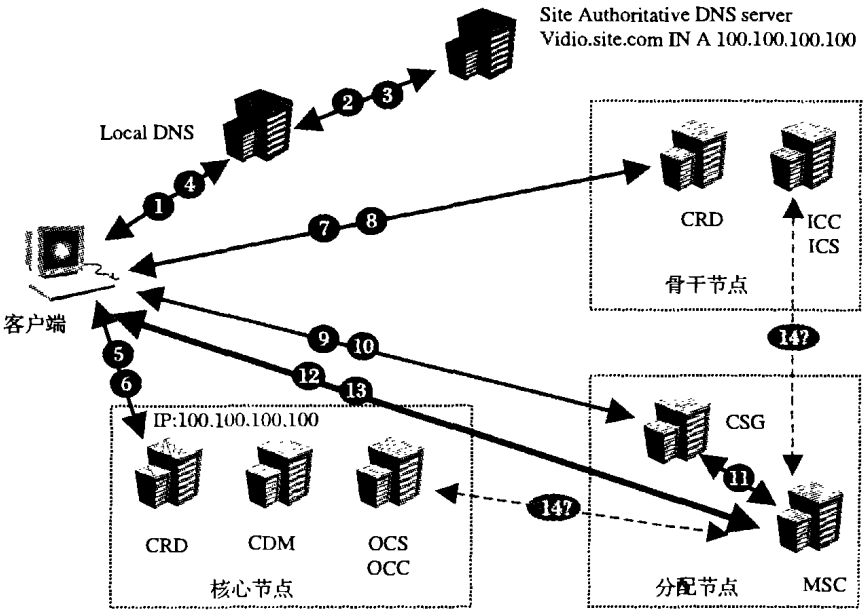

图 5

(下转第 205 页)

函数 glLight( ) 带有三个参数,第一个参数代表光源序号,第二个参数说明了光照类别,第三个参数是一个数组的地址,与上述的光源属性信息相对应。

光源的激活由 glEnable( ) 函数完成,它只有激活和关闭两个状态,由其布尔型的参变量控制,即:

```
glEnable( GL_LIGHTING);          //激活光照系统
glEnable( GL_LIGHT0);            //关闭光照系统
```

3　实例验证

本文开发了一个基于VC++6.0 平台和 OpenGL 的 MFC 应用程序,实现了山脉地形和云彩图案的生成和显示过程。为了考察材质、光照等因素对山脉地形真实感显示效果的影响,程序采用了交互式参数设置模式。

对比研究表明,山脉地形的基本形状主要由 fBm 算法中的分形因子 H 决定,而材质和光照参数的改变则可生成具有不同色调和植被效果的场景,如图 3 所示。

借助 OpenGL 的图形显示功能,本文还探讨了以 fBm 为基础,生成二维云彩图案的技术。通过将高度坐标直接映射成颜色值的方法,我们得到了形态自然的云彩图案,如图 4 所示。具体过程见文献[1]。

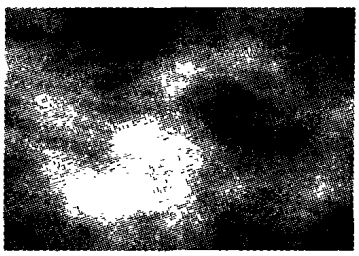

图4　云彩图案示例

4　结语

自然对象形状的不规则性,一直是真实感图形显示技术致力模拟的基本对象之一,同时也是其所面临的技术难题之一。分形几何为描述这种不规则的几何对象开辟了新的思路,也为其真实感图形的生成提供了新的契机。这方面的研究已经成为计算机图形学研究的新热点,本文仅是在这一方面所做的初步尝试,下一步工作是在图形的可控性和动态化进行研究,使其能够直接服务于工程应用之中。作为图形显示技术经年研究的重要结晶,OpenGL 为生成几何对象的真实感图形提供了坚实的平台,本文的实践证明,尽管它在用于具有分形特征的几何对象的真实感图形生成过程中会遇到一些技术问题,但通过相应的处理是可以解决的,OpenGL 同样可以为分形对象的真实感图形生成提供强有力的支持。

参考文献:

[1] 秦忠宝. 用 fBm 方法生成自然对象真实感图形的研究[D]. 西北工业大学硕士学位论文, 2001.

[2] BARNSLEY MF, DEVANEY RL, MANDELBROT BB. The Science of Fractal Images[M]. Springer-Verlag, 1988.

[3] 谢和平, 薛秀谦. 分形应用中的数学基础与方法[M]. 北京: 科学发出版社, 1998.

[4] 向世明. OpenGL 编程与实例[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.

[5] 彭群生, 鲍虎军, 金小刚. 计算机真实感图形的算法基础[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[6] MUSGRAVE FK, KOLB CE, MACE RS. The Synthesis and Rendering of Eroded Fractal Terrains[J]. Computer Graphics, 1989, 23(3).

[7] 李旭涛, 曹汉强, 赵鸿燕. 分形布朗运动模型及其在地形分析中的应用[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2003, 31(5).

[8] 胡泊, 吴慧中. 虚拟场景中自然景物的真实感与实时性的研究[J]. 系统工程与电子技术, 1999, 21(7).

(上接第 198 页)

于 HTTP 内容的缓存和服务。因此在遇到需要加速网页内容时,需要部署专用的缓存服务器;

2) 在流媒体服务过程中,缓存服务器支持"部分缓存功能",并且能支持"存储转发"方式,即在从源服务器获得内容存储本地硬盘的同时,向用户提供服务。

4.2　基于 PC 服务器的软件内容引擎的特点

1) 目前,受 Windows Media、Real 的限制,软件加 PC 服务器实现的内容引擎在内容不命中的情况下,可以采取将服务重定向回源服务器;或采用"pass-trough"方式,再开启一条连接到源服务器获得内容存储于本地;

2) 软件加 PC 服务器实现的内容引擎无法支持"部分缓存",因此需要配置较多的存储空间保证服务的效率;

3) 软件加 PC 服务器实现的内容引擎具有优秀的性价比;

4) 软件加 PC 服务器实现的内容引擎对网络状况的适应性更好,提供质优价廉的服务;

5) 软件加 PC 服务器实现的内容引擎能针对不同的应用提供边缘服务的资源控制(服务能力、存储空间)能力;

6) 软件加 PC 服务器实现的内容引擎能够提供完善、方便的内容/应用访问状况、实时用户控制等服务状况的查询、监控以及控制能力。

5　结语

CDN 技术大大提高了终端用户的访问速度。基于 CDN 网络基础上的宽带服务平台实现了 3 个核心功能:用户就近访问、授权内容控制、全局负载均衡。作为一个完整的系统,其提升访问速度,提高服务质量的空间还很大,还有待进一步完善和发展。

参考文献:

[1] 赵问道. 基于网络拓扑的 CDN 内容路由技术研究[J]. 浙江大学学报, 2004, 38(4): 414 - 419.

[2] Hosanagar K, Krishnan R, Smith M, *et al.* Optimal Pricing of Content Delivery Network (CDN) Services[R]. Hawaii: Proceedings of the 37th Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE 2004

[3] RIZZO L, VICISANO L. Replacement Policies for a Proxy Cache [M]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2000, 8(2).

[4] 李子木, 吴建平, 李星. Internet 高速内容分送网络的研究[R]. 北京: 清华大学, 2000.

[5] 谢希仁. 计算机网络[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2000.

[6] 上海信息产业有限公司. 宽带内容平台技术基础[J]. 电信建设, 2002, (3).