

DNS对CDN流媒体服务质量的影响

秦臻¹, 周帆², 李乐民¹

(1. 电子科技大学通信与信息工程学院 成都 610054; 2. 电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054)

【摘要】为了提供高质量的流媒体服务,内容发布网络(CDN)利用域名解析系统(DNS),将用户重定向到附近的内容服务器。域名解析系统的发展,尤其是基于IP Anycast的域名解析系统的兴起(如Google Public DNS, Open DNS),将对CDN网络的内容发布机制造成影响。与Web、Email等其他的Internet服务相比,流媒体服务对网络资源有较高的要求,DNS对其影响更明显。该文阐明基于IP Anycast的域名解析系统对CDN网络内容发布模型的冲击,分析了其影响流媒体服务质量的各种因素,通过实验比较当使用不同域名解析服务时,CDN网络承载的流媒体的服务质量。

关键词 内容发布网络; 域名解析系统; IP Anycast; 重定向; 流媒体

中图分类号 TP393

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1001-0548.2013.04.009

The Impact of DNS on CDN Streaming Performance

QIN Zhen¹, ZHOU Fan², and LI Le-min¹

(1. School of Communication and Information Engineering, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054;

2. School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054)

Abstract To provide high quality streaming service, content distribution network (CDN) exploits the domain name system (DNS) to redirect users to the close-by content servers which are widely worldwide distributed. In recent years, the development of domain name system, especially the rising of IP Anycast based domain name system (e.g., Google Public DNS and Open DNS), will definitely impact the content distribution mechanism of CDN. Compared with other Internet services, streaming service requires relatively more network resource. The influence from DNS will be more obvious. This paper firstly states how IP Anycast based DNS impact the redirection of CDN networks, analyzes the factors that impact the QoS of streaming service, and finally compares the QoS of CDN streaming service when using different DNS resolving service.

Key words content distribution network; domain name system; IP Anycast; redirection; streaming

流媒体是Internet服务中重要的媒体传送方式。流媒体技术将整个多媒体文件经过特殊压缩方式分成一个个压缩包,并由服务器向用户连续、实时地传送。流媒体服务不需要下载完整的多媒体文件就能进行播放,极大地缩短了启动延迟,同时也降低了对系统缓存容量的要求。

流媒体服务具有数据量大、持续时间长、占用网络资源多的特点。流媒体传输需要满足吞吐量、时延和抖动、误码率和丢包率等QoS指标。为了向用户提供优质的服务,CDN流媒体利用内容发布网络的网络构架,将流媒体内容发布到全球分布的服务器节点上,再通过DNS重定向技术将用户指向到就近的节点。这样,用户可以从就近的流媒体服务器上获取高质量的流媒体服务。普通的流媒体服务

往往只有上百kb的数据率,而通过CDN网络的内容发布系统,CDN流媒体服务可以向用户提供上千kb数据率的高清视频^[1]。

CDN网络的内容发布模型一方面将内容复制到各个分布的镜像服务器上(如AKAMAI,作为CDN网络的先驱,在全球各ISP的网络中分布了大概30 000个服务器^[2]),使各种网络信息资源更接近用户,以此获得低延迟、高吞吐率的服务。另一方面,CDN网络利用DNS重定向技术,通过设置短的TTL值(如20 s^[3]),并不断测量网络拥塞和服务器负载的状况,将用户定向到一个合适的服务器上。

使用DNS重定向技术给CDN网络带来了极大的灵活性和优势。然而,随着Internet环境的快速变革及域名解析技术的发展,尤其是基于IP Anycast的域

收稿日期: 2011-09-20; 修回日期: 2011-11-03

基金项目: 国家973计划(2013CB329103); 国家自然科学基金(61133016, 61001084); 国家自然科学基金(G0501060160903157); 教育部-中国移动科研基金(MCM20121041); 四川省应用基础研究项目(2013JY0116)

作者简介: 秦臻(1983-), 男, 博士, 讲师, 主要从事网络测量、网络协议设计和内容发布网络等方面的研究。

名解析系统的兴起,给CDN网络内容发布模型带来的冲击,进而影响CDN网络所承载的流媒体服务。本文阐述了CDN网络使用的DNS重定向技术,介绍基于IP Anycast的域名解析系统以及分析其对CDN网络内容发布模型的冲击,通过实验测量、分析和比较不同域名解析系统对CDN流媒体性能的影响。

1 研究背景

域名解析(DNS)是将一个网络域名解析为一个与之相对应的IP地址。基于Internet的各种服务都可能依赖DNS。如图1所示,当解析一个域名时,用户将DNS请求发送给域名解析器,并由其进行解析。如果域名解析器缓存中存有该请求的记录,则域名解析器立即将该记录返回给用户。如果域名解析器缓存中没有该记录,域名解析器则通过递归访问各级域名解析服务器,获取该记录信息,并返回给用户^[4-6]。

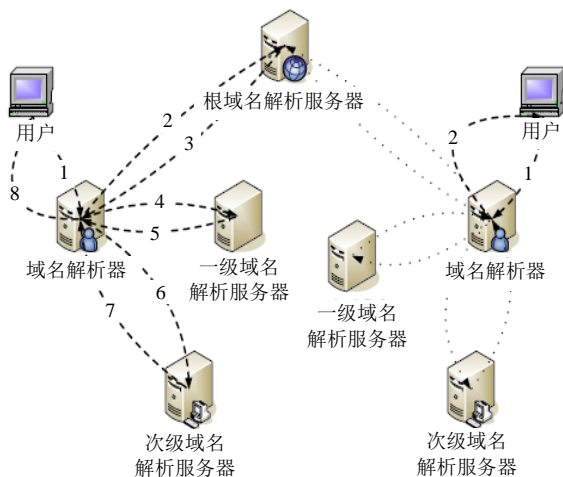


图1 域名解析过程

用户访问CDN网络上的流媒体资源,需要首先解析该资源的域名,如图2所示,这个过程就是DNS重定向的过程^[3]: 1) 用户通过域名解析器请求网络资源; 2) 域名解析的请求(包括域名解析器的IP地址)被发送到该资源的域名解析服务器; 3) 该资源的域名解析服务器将请求指向到CDN网络的域名解析服务器; 4) CDN网络的域名解析服务器对该请求进行智能解析(根据用户域名解析器的IP地址、网络的拥塞状况、各CDN节点的负载情况等),将相应速度最快的CDN节点的IP地址返回给用户; 5) 用户向速度最快的CDN节点发送访问请求。

CDN流媒体服务利用域名解析系统,将用户重定向到一个就近的镜像服务器上,获得高带宽、低延迟等性能,为用户提供优质的媒体服务。CDN网

络的内容发布模式依赖于DNS重定向技术。如图2中所示,域名解析请求中包含的是域名解析器的IP地址,而不是用户的IP地址。DNS重定向实际上是将用户指向到一个CDN节点,该节点到用户使用的域名解析器有最优的网络连接条件(包括延迟、负载等),而不是用户本身。尽管用户和CDN节点并不是完美的关联,有研究证明,当使用传统的域名解服务时(ISP提供的域名解析器),在大多数情况下,用户和其被指向的CDN节点任在同一个运营商(Internet service provider)的网络内^[3,7]。在大多数情况下,用户访问CDN流媒体服务器时,数据流是在同一个ISP的网络内传输。

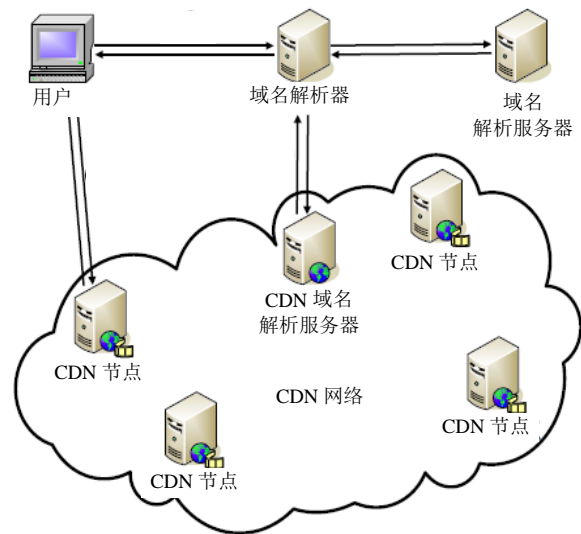


图2 DNS重定向

2 基于IP Anycast的域名解析

随着Internet环境的快速变革,域名解析也有新的发展^[8]。然而,对域名解析系统的依赖成为CDN网络内容发布模型的潜在威胁,尤其是近年来兴起的基于IP Anycast的域名解析系统,从根本上冲击了CDN网络的内容发布模型。

为了获取域名解析服务背后的商业利益,许多机构和公司近年来纷纷开始免费提供基于IP Anycast的域名解析服务(如Google Public DNS、Open DNS、Norton DNS等^[9-11])。近年来,Google开始提供公共的域名解析服务器^[9],通过利用Google在全球范围分布的数据中心及其缓存基础设施,并重复利用每天Google搜索引擎抓取的网页DNS信息,Google Public DNS具有较高的cache-hit rate(解析器缓存中存有某条DNS请求的几率),从而向用户提供高效的DNS服务。传统域名解析服务的平均查询延迟大概300~400 ms,Google Public DNS的平均

查询延迟大概100~200 ms^[9,12]。Open DNS在提供高效域名解析服务的同时,针对DNS滥用(如网络钓鱼攻击),还提供了防火墙服务。此外,尽管有些网页内容不是恶意的,但也可能和一些政策不相符合。因此,与其在边缘网络或节点部署具有这样功能的系统,还不如直接将它外包给域名解析系统。Open DNS已经成功地吸引了数以百万计的世界各地的实体和用户^[11]。

这类基于IP Anycast的域名解析系统在全球范围内分布有域名解析器。这些域名解析器的IP被整合成一个公网IP地址(如Google Public DNS使用8.8.8.8和8.8.4.4),通过IP Anycast技术,根据用户的位置,BGP路由会将一个就近的域名解析器返回给用户。这些分布的域名解析器通过共享缓存,提前获取DNS记录等方法,提高了DNS请求的cache-hit rate,缩短查询延迟。同时,即使有某个域名解析器发生故障,IP Anycast技术会将其他就近可用的域名解析器返回给用户,提高了域名解析服务的可靠性。如美国网络运营商Comcast的域名解析服务最近经历一次重大故障,大量用户修改了DNS设置,把ISP提供的域名解析器的IP地址改为Google Public DNS或Open DNS的域名解析器的IP地址^[13]。另外,Open DNS提供的内容过滤等安全服务已经吸引了上百万的用户^[11]。Google对用户的终端软件有很强的影响(浏览器、插件等),表明用户的默认DNS设置将使用Google Public DNS。由此可见,基于IP Anycast的域名解析服务将成为未来域名解析服务的主流^[14]。

3 对CDN流媒体的影响

3.1 分析

基于IP Anycast的域名解析服务的兴起必然会冲击CDN网络的内容发布模型。基于IP Anycast的域名解析系统^[9-11],在全球范围内的分布规模远远小于大型CDN网络(如Akamai^[2])的分布规模。据近期统计^[15],Akamai在全球各ISP的网络中分布了近30 000个服务器,而基于IP Anycast的域名解析系统在全球范围内只分布了几十个域名解析器,比大型CDN网络的分布规模小三个数量级。CDN网络使用的DNS重定向技术是根据域名解析器的IP地址,而不是用户的IP地址,将用户定向到一个CDN节点。该CDN节点是到域名解析器有最优的网络连接条件,而不是用户。当使用基于IP Anycast的域名解析服务,用户会被重定向到一个遥远的CDN节点,而不是用户附近的CDN节点。这样,当用户需要访问

CDN流媒体信息时,将向这个远处的CDN节点发出请求,会造成较高的丢包率、误码率和时延迟及抖动。同时,向远处的CDN节点发出流媒体资源请求,用户和流媒体资源服务器很可能不在同一个运营商(ISP)的网络内,而流媒体服务往往需求较高的网络吞吐量,将增加ISP的跨域通信量。根据跨域通信量的多少,ISP需要向其邻居ISP付费。此外,由于基于IP Anycast的域名解析系统的域名解析器只有几十个在全球分布的节点,根据CDN网络使用的DNS重定向机制,绝大部分的用户将会被指向到这些域名解析器附近的CDN节点,进而导致大部分用户被定向到小部分CDN节点上,破坏了CDN网络的负载均衡机制。因此,CDN流媒体服务的QoS(包括吞吐量、延迟、丢包率等)必然会受到影响。

3.2 实验

本文通过实验来测量和比较当使用不同的域名解析服务时CDN流媒体的服务质量。实验在PlanetLab^[16]平台上展开,一共使用了120个在全球范围内分布的PlanetLab节点,其中,北美78个,欧洲24个,亚洲12个,其他地区6个。每个节点代表了其所在地理位置的用户群,它们分别使用了传统的域名解析服务(ISP提供的域名解析器)和两个基于IP Anycast的域名解析服务(Google Public DNS和Open DNS),并访问相同的CDN流媒体资源,以进行比较。

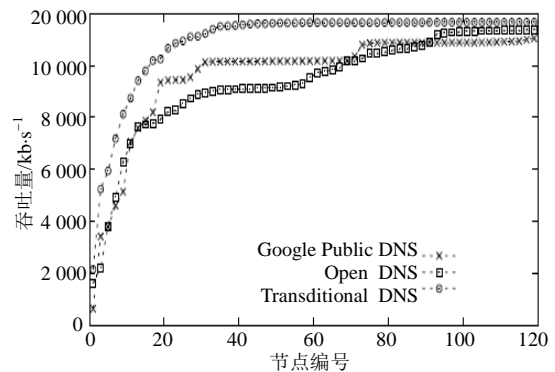


图3 流媒体性能比较

图3所示比较了在使用不同域名解析服务时,CDN流媒体的性能。实验中,在使用不同域名解析服务的情况下,每个PlanetLab节点试图创建16个CDN流媒体连接(每个连接需要748 kb/s的吞吐量)。本文根据每个PlanetLab节点16个流媒体连接的聚合吞吐量,按照由低到高的顺序绘制了曲线。实验结果表明,当使用传统的域名解析服务时,约70%的PlanetLab节点(与此对应的节点ID是38~120)可以有效地建立连接,并且能达到16个流媒体连接所要

求的吞吐量。于此同时,当使用Google Public DNS和Open DNS时,只有大约20%的节点(与此对应的节点ID是95~120)可以获得这样的服务性能。可见,当使用传统的域名解析服务时,至少50%以上的节点可以从附近的CDN流媒体服务器获得更多的流媒体内容。同时,约30%的PlanetLab节点即使使用传统的域名解析服务,也无法完全成功地获取所需的流媒体内容(获得成功建立16个748 kb/s流媒体连接所需求的吞吐量)。但是,就是这30%的PlanetLab节点在使用传统的域名解析服务时,CDN流媒体的服务质量也强于使用基于IP Anycast的域名解析服务时CDN流媒体的服务质量。

在试验中还记录了每个Planet Lab节点及其获取CDN流媒体资源的服务器的IP地址,并查询了这些IP地址所属的运营商网络。当使用基于IP Anycast的域名解析服务时,没有一对Planet Lab节点和其访问的CDN流媒体服务器的IP地址属于同一个运营商的网络。同时,95%的Planet Lab节点到其访问的CDN流媒体服务器需要经过至少3个运营商的网络。当使用传统的域名解析服务时,结果是完全不同。75%的通信都是在同一个运营商的网络中完成^[16-18]。正如前面所分析,基于IP Anycast的域名解析服务在影响CDN流媒体服务的同时,也对网络运营商的跨域通信量造成了影响。

4 结束语

域名解析系统是网络的基础构架。近年来域名解析服务的变化和发展,必然对Internet上的各种服务产生一定的影响。CDN流媒体服务利用内容发布网络将媒体资源发到世界范围内分布的服务器上,向用户提供高性能的媒体服务。由于基于IP Anycast的域名解析服务将用户定向到远处的CDN流媒体服务器,同时也会将用户定向到重负载的CDN流媒体服务器,这些都会增加流媒体服务的延迟、丢包率和误码率。本文证明了使用传统的域名解析系统时,CDN流媒体服务可以获得最优的性能。新兴的域名解析服务不仅对CDN媒体服务质量造成了冲击,还会对网络运营商的跨域通信量产生一定的影响。

参 考 文 献

- [1] Akamai. The HD Web[EB/OL]. [2011-03-25]. <http://www.thehdweb.com>.
 [2] Akamai. Akamai[EB/OL]. [2011-03-26]. <http://www.akamai.com>.

- [3] SU A J, CHOFFNES D, KUZMANOVIC A, et al. Drafting behind Akamai: inferring network conditions based on CDN Redirections[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2009, 6(17): 1752-1765.
 [4] MOCKAPETRIS P. Domain names: Concepts and facilities[S]. RFC 1034. Mclean, VA, USA: Internet Engineering Task Force, 1987.
 [5] MOCKAPETRIS P. Domain names: Implementation and specification[S]. RFC 1035. Mclean, VA, USA: Internet Engineering Task Force, 1987.
 [6] MOCKAPETRIS P, DUNLOP K. Development of the domain name system[C]//Proceedings of ACM Special Interest Group on Data Communication. Vancouver, BC, Canada: The SIGCOMM Association, 1998.
 [7] MAO Z M, CRANOR C, DOUGLIC F, et al. A precise and efficient evaluation of the proximity between Web clients and their local DNS servers[C]//Proceedings of USENIX Annual Technical Conference. Monterey, CA, USA: The USENIX Association, 2002.
 [8] InfoQ. 8.8.8.8, A DNS number for faster browsing [EB/OL]. [2011-03-25]. <http://www.infoq.com/news/2009/12/Public-DNS-Google>.
 [9] Google. Google public DNS[EB/OL]. [2011-03-25]. <http://code.google.com/speed/public-dns>.
 [10] Norton. Norton DNS[EB/OL]. [2011-03-25]. <http://nortondns.com>.
 [11] OpenDNS. OpenDNS[EB/OL]. [2011-03-26]. <http://www.opendns.com>.
 [12] DEEGAN T, CROWCROFT J, WARFIELD A. The main name system: An exercise in centralized computing[J]. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2005, 35(5): 5-14.
 [13] The Washington Post. Comcast Internet (or any other service) out? Try a new DNS[EB/OL]. [2011-03-26]. <http://voices.washingtonpost.com/fasterforward/2010/11/comcast-internet-or-any-other.html>.
 [14] The New York Times. Simplifying the lives of Web users [EB/OL]. [2011-03-25]. <http://www.nytimes.com/2010/08/19/technology/personaltech/19pogue.html?r=1>.
 [15] HUANG C, WANG A, LI J, et al. Measuring and evaluating large-scale CDNs[R]. Microsoft Research Technical Report MSR-TR-2008-106. Seattle, WA, USA: Microsoft Research, 2008.
 [16] PlanetLab. PlanetLab[EB/OL]. [2011-03-26]. <http://www.planet-lab.org>.
 [17] Web Registers. The 95th percentile monitoring[EB/OL]. [2011-03-25]. <http://blog.webregisters.in/blog/2010/11/29/what-is-95th-percentile-monitoring>.
 [18] LABOVITZ C, IEKEL-JOHNOSN S, MCPHERSON D, et al. ATLAS Internet observatory 2009 annual report[R]. Ann Arbor, MI, USA: Arbor Networks, University of Michigan and Merit Network, 2009.

编辑 黄 莘