

利用 HTTP 协议进行移动视频分发的应用研究

宗平¹, 陆颖颖²

(1. 南京邮电大学 海外教育学院, 江苏 南京 210003;

2. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003)

摘要:在过去的十年中,基于互联网的视频分发服务已经成为现代日常生活的一部分。3G 蜂窝网覆盖范围的扩展以及大量高性能的移动设备的出现,加剧了对于大数据量可扩展移动视频分发业务的需求。采用第三屏幕作为视频主屏幕的方式,解决移动数据分发生态系统中的效率低下问题以及移动数据分发基础设施的可扩展问题已成为研究热点之一。文中在研究当前移动内容分发系统基本策略的基础上,提出了一种基于 HTTP 协议的改进的移动视频分发方法,有效地提高了移动视频分发系统的服务质量和可扩展性。

关键词:移动视频分发;HTTP;内容分发网络

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)07-0158-05

Study of Mobile Videos Delivery Based on HTTP Protocol

ZONG Ping¹, LU Ying-ying²

(1. College of Overseas Education, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: During the past decade video delivery service based on the internet has become an integrated part of daily life. With the expansion of 3G cellular coverage and the emergence of more powerful mobile devices, the demand for large amount of scalable mobile video delivery service has increased. During the process of adopting the third screen as main screen for video, solving the problems of low efficiency in the mobile delivery ecosystem and scalability in the mobile delivery infrastructure is one of the study hotspots. Based on the analysis of the current mobile content delivery strategy, propose an improved method of mobile video delivery based on HTTP. This method has good qualities and scalability for mobile videos delivery.

Key words: mobile video delivery; HTTP; content delivery network

0 引言

在过去的十年中,基于互联网的视频分发已经成为现代生活的一部分。消费者们已经接受了方便、灵活、多样的互联网视频,同时内容提供商也已经认识到这一新兴市场的盈利潜力。富媒体向移动媒体的渗入已经在移动网络中掀起了一股新的创新浪潮。内容提供商和消费者们都认为第三屏幕是桌面视频和电视观赏体验的自然延伸。宽带接入到家、到办公室的广泛可用性,强大的台式机和便携式电脑对于基于浏览器的 Adobe Flash 播放器的普遍支持,使得互联网规模的视频分发至桌面。但是,从传统多媒体比如电视、电影,甚至是桌面互联网,迁移至移动环境,仍然存在挑

战。除了蜂窝网覆盖限制以外,带宽较低且延迟大、手持设备屏幕分辨率低且动力不足以及存在很多不同厂商的多媒体播放器技术等因素也抑制可扩展的高质量视频分发。

内容提供商及观赏者都需要并期盼高质量的视频,满足这些需求是大规模应用所必须的,且大规模应用也需要满足内容分发的成本效益。3G 蜂窝网接入的激增以及 4G 的出现使得新一类的智能手机能够为用户提供高质量的视频,但这样一个新兴市场在一定程度上受阻于设备性能的差异以及开发环境的不同。如表 1 所示,多数的移动设备平台对于协议的支持有很大的不同。

桌面和移动平台之间的巨大差异,导致它很难将常见的桌面解决方案转化到移动领域。运营商之间的设备差异进一步阻碍了移动平台的趋同。这样一种不趋同使得移动内容的大规模发布很难达到最优化,因为每一个平台都需要各自的定制方法。定制的需求引发了一些适合的解决方案提供商来处理各个平台不同

收稿日期:2011-12-06;修回日期:2012-03-10

基金项目:江苏省科技支撑项目(BE2009157)

作者简介:宗平(1956-),男,博士,教授,研究方向为计算机网络;
陆颖颖(1987-),女,江苏海门人,硕士研究生,研究方向为计算机网络。

表 1 智能手机平台的比较

	苹果 iPhone	黑莓	Google 安卓	诺基亚	Windows Mobile
HTTP 顺序下载	是	版本 4.3+	是	否	是
RTSP 流	否	版本 4.3+	是	是	非原生
HTTP 直播流	版本 3.0+	否	未发布	否	否
Windows Media HTTP 流	否	否	否	否	是
Microsoft Silverlight 平滑流	否	否	否	未发布	Windows Phone 7
RTMP 流	否	未发布	未发布	Flash Lite	Flash Lite

的状况。由于每一个供应商都希望自己与众不同,从而导致了用户体验的不一致性。每一个平台分别使用不同的提供商使得效率低下。移动视频分发方式的趋同对于移动内容分发系统的统一和发展至关重要。假设在设备、操作系统或者协议上得到统一,那么这使得从桌面到移动的转变得以缓解,同时简化了大规模发布,提高了移动内容的盈利潜力,并推动产业发展。

1 移动视频分发系统

内容分发系统是一个由合作伙伴和服务提供商组成的复杂网络。图 1 描述了相关的主要实体,这些实体间的联系使基于互联网的视频分发成为可能。为大规模发布准备内容有很多后勤障碍。除了产生内容,内容提供商必须管理发布、盈利以及内容的分发。位于图 1 顶端处的是内容提供商,基于互联网的发布合作伙伴位于左侧,广告合作合伙位于右侧,中间展示的是视频准备以及分发路径。

频、横幅、插播、弹出页面等)通过广告内容管理系统(CMS)发布,之后由内容发布商将其与内容结合起来。与此同时,聘用承包商来开发桌面网页、移动网页以及智能手机应用。这三个发布途径需要各自专门的技术。其中两条移动途径也受零散的技术影响。不同的操作系统开发环境(如苹果的 iPhone、黑莓、Google 的安卓、诺基亚的塞班以及 Windows Mobile 等)、不同的运营商以及设备能力(如屏幕分辨率、音/视频编解码等)的不同需要更多专业化的资源。

图 1 描述了网站及应用同广告零售商以及分析跟踪服务之间的相互作用。广告零售商能够确定要显示的广告、跟踪哪些用户能够在规定时间看到指定的广告。虽然赞助商广告可能通过第三方广告零售商发布,但是它们一般直接被集成到站点或者应用程序中。分析跟踪服务用于跟踪非广告页面的浏览以及应用程序的使用。两者都是向内容提供商提供有价值的用户统计信息。广告提供直接收益,而这些分析信息为广告

商提供判据以及为以后的项目提供有价值的市场调研。

1.1 移动视频转码

移动手机不像桌面系统那样能够支持多种音/视频编解码以及容器,它通常只支持编解码及容器的非常有限的子集,并且不同的设备支持不同的子集。比如在一个给定的网络,不同设备的最佳参数(视频帧速率、视频比特率、音频采样率、音频比特率以及分辨率等)也是不一样的。因此,

来自内容供应商的源媒体需要转码成很多不同的编码及格式。复杂的压缩方案再加上用于呈现高清源视频的海量数据,使得转码占用大量的 CPU。

转码服务通常作为服务即软件(SaaS)的方式实现的,同时它被部署于计算云上。因为转码是计算量

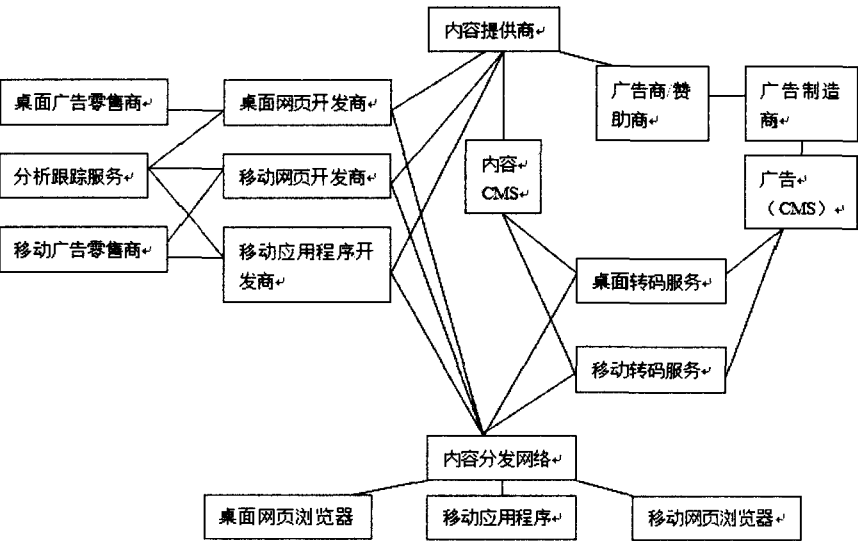


图 1 视频分发系统

一旦内容产生,它就被置于内容提供商的内容管理系统(CMS),用来分配给它的合作伙伴。然后内容提供商启动与其合作伙伴的广告和发布讨论。广告商及赞助商都以签署的形式来支持该内容,广告媒体是由广告制造商提供的。接着,这些广告媒体(包括视

很大的操作,它一般只需执行一次,但是需要较快的执行速度从而使得分发的延迟最小。计算云按需提供大量的计算资源以及带宽。比起维护低频率操作(如转码)使用的专用服务器和网络连接,使用计算云的资源节约了成本。这点将鼓励内容提供商为 HTTP 分发使用一次性转码服务来产生静态文件。虽然动态(按需)转码解决方案较为灵活^[1],但是从目前来讲它不是一个具有成本效益的解决方案。

1.2 移动视频分发服务

为了应对互联网规模分发的挑战,内容提供商通常使用内容分发网络。管理一个全球化的数据中心网络需要大量的资源。内容分发网络利用规模经济的优势能够更为有效地分发内容。一旦转码完成,转码后的文件上传至内容分发网络,并且在大量的边缘服务器上备份,最终分发给终端用户。内容分发网络可能会为上传内容提供一个源服务器,或者直接从内容提供商的源服务器上获得,然后将内容分发至它们的边缘服务器。相对静态的内容可以通过简单并且常见的 HTTP 协议来分发,这为内容分发网络提供了一个最具成本效益的解决方案。稳定的内容需要较少的同步以及带宽,同时优化 HTTP 服务器能够使其承受极高的负荷。专用的流媒体服务器由于需要大量的 CPU 来处理视频,所以它通常支持较少的并发用户。同时,它需要经过专业化培训的操作人员,以及可能支付牌照费给技术提供商。基于 HTTP 的解决方案很大程度上降低了运营成本,并且同时为内容分发网络以及它们的客户(内容提供商)节省了成本。

图 1 展示了使现代视频分发网成为可能的相关合作伙伴。图中合作伙伴的每一个分类可能由许多实际的提供商。虽然内容提供商承担义务继续为第三屏提供内容,但是雇佣及管理的成本限制了移动视频分发的财政能力。简化向移动设备跨平台的分发,可以帮助内容提供商减少它们所依赖的合作伙伴,并且降低了运营成本。这一整合的关键组成部分是分发协议。单一的分发协议将简化内容分发网络整合。

2 移动视频分发的传统方法

最早的移动视频播放器有两种基本方法获得视频:利用 HTTP 协议下载或者通过实时流媒体协议

(RTSP)^[2]进行流的播放。最开始的 HTTP 只能用来被下载,并且整个文件都下载完了才能播放。后来出现的顺序下载允许一边下载一边播放。由于带宽限制,先下载再播放造成很大的延迟。因此,下载的视频变得越来越短且质量较低,这样便可以减小文件的大小并且缩短下载时间。这样一来较多的移动设备采用 RTSP 协议,因为 RTSP 能播放之前仅需要缓冲少量数据,降低播放时延。下载和流媒体是视频分发的两个极端。图 2(a)和 2(b)给出了这两种方式的流量模型。图 2(c)和 2(d)的混合模式提供了一种处于两者之间的方法。图 2(a)是 HTTP 直接下载;图 2(b)是简化的 RTSP/RTP 流媒体;图 2(c)是 HTTP 步进范围/片段下载;图 2(d)是 HTTP 步进下载。

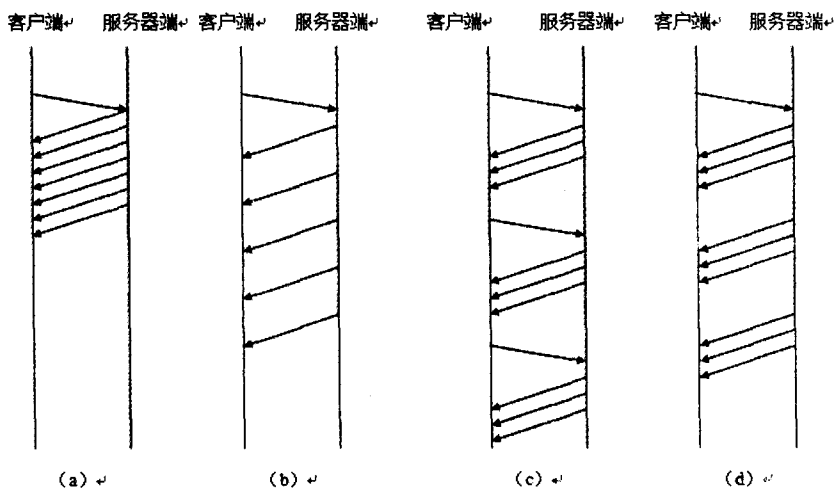


图 2 视频分发方法

2.1 下载与播放

虽然在桌面平台上有很多种协议作为选择,用来下载视频文件,而实际上最常用的是 HTTP 协议,尤其是对于移动平台。HTTP 是建立在 TCP 之上从而确保数据完整性。对于视频,数据完整性即保证在数据及时分发的前提下,能够达到预期的图像质量。在现代桌面环境中,基本都是宽带连接,包丢失相对较少同时带宽也足够。但是,在丢失率高、容易拥塞、延时较大、带宽相对较低的蜂窝网络中,需要较多的延时重传来实现数据完整性,但是这样就影响播放的连续性。这种贪婪的分发流量模型可能会由于过早的数据分发导致网络拥塞。在用户只需要部分预览的情况下,不是所有下载的数据会播放,这样就造成了带宽浪费^[3]。但是 HTTP 的普遍性具有较强的应用优势。

2.2 流媒体

流媒体依赖于即时分发即时播放。虽然有很多私有的流媒体协议存在,但常用的标准化协议是 RTSP^[4]。RTSP 是一个控制协议,它通过实时传输协议(RTP)传输视频帧,它基于不可靠的 UDP 协议^[5]。

即时分发比起尽最大努力分发使用较少的即时带宽,同时要求保留较小的客户端缓存空间。假设分发速率处于可用带宽之内,将带宽较为均匀的分布于时间轴上,那么这将有助于防止拥塞的发生。当用户只是随机地访问或者部分观赏,那么这种步进式的分发能够防止不必要的带宽使用。流媒体的实时性使其也适用于分发直播视频。UDP 协议通过适当降低图片质量使得播放停止的可能性最小化。基于帧的分发允许智能地丢弃帧(比如非关键帧、低动态场景的帧)^[6],但是这需要一个智能网络来决定如何丢弃帧,在如今的互联网中尚不具备这样的智能。

3 基于 HTTP 的混合分发方式

随着手持设备能力的增强以及移动网络基础设施的稳步发展,新的混合分发方式成为可能。混合方式是试图在如图 2(a)和 2(b)所示的两种极端方式之间寻求一种平衡。前者尽最大努力发送整个视频,而后者是尽可能慢地发送尽可能小的增量^[7]。图 2(c)和 2(d)展示了以突发片段形式来获取视频的两种选择策略。

图 2(c)描述的是客户端步进方式的流量模型,而图 2(d)描述的是服务器端步进方式的流量模型。多数基于 HTTP 的方式也一开始提前下载充满客户端缓冲区从而减少播放延迟^[8]。这两种方式通常使用高于视频比特率的分发速率以此防止播放停止^[3]。虽然比起纯的流播放,它们的网络效率较低,但是通过 TCP 的可靠分发能够保证视频的质量,这是在传统流媒体方式中不具备的。表 2 给出了相关四种方式的不同特性。

表 2 视频分发协议的比较

	HTTP 直接下载	RTSP / RTP	客户端/服务器端步进 HTTP 方式
传输协议	TCP	TCP/UDP	TCP
所需端口数	1	1/4	1
质量保证(TCP 重传)	是	否	是
适当质量降低(UDP 丢弃)	否	是	否
带宽管理	否	是	是
动态比特率自适应	否	是	是

采用基于 HTTP 的客户端/服务器端步进方式的主要优点有:与直接下载相比,尤其是对于较长的内容,步进的方式具有更高的带宽利用率。与基于帧的 RTSP/RTP 分发相比,包含很多帧的突发片段能够为重传该片段中的帧增加时间冗余。

当执行动态比特率自适应时,定义片段的边界能够给出方便的转换点即在何处改变视频比特率。依赖于

于 HTTP 来传输数据的混合方式同内容分发网络结合起来是十分理想的,因为内容分发网络的基础设施已经为使用 HTTP 分发大量数据进行了优化。

虽然内容分发网络支持 RTSP 及其它流媒体协议,但是维护独立的专用服务器的日常开支使其支持这些协议付出很大代价并且较不理想。除了大量的运营开支以外,尤其是 RTSP,需要四个 UDP 通道(两个 RTP 连接,其中一个用于视频,另一个用于音频,再加上与之相对应的 RTCP 连接),这样进一步限制了服务器的可扩展性且使得网络设计复杂化。对于多数网络,大范围的 UDP 端口的动态配置是不可取的,因为它通常需要不断地“修补”防火墙,这给防火墙带来较大的负担并且在多数情况下破坏了安全策略。

使用 RTSP/RTP 协议存在另一个问题,即由于随机的包丢失导致的适当降低质量的问题。对于内容提供商,这是不理想的。许多有趣的方式已经证明能够改善质量以及增加可预测性:限制关键帧的丢失^[9],恢复丢失的关键帧^[10],或者主动丢弃非关键帧^[6],但是丢失的非确定性仍然无法改变。利用基于 TCP 传输的混合方式可以保证帧的分发,虽然有时候不能及时分发。逾期分发可能会导致播放停止,但是停止可以根据渲染而确定(不像由于帧丢失导致的像素)。

4 确定的比特率自适应

比特率自适应有很多种形式。动态转码可能用于提供不断变化的比特率编码,但是动态编码需要大量的计算以及花费。在多数情况下,由于人的洞察力以及压缩技术的限制,变化较小的比特率不易被察觉。因此,动态转码的优势跟开支比起来不值得。确定的比特率自适应依赖于使用一个预定比特率的离散数据。内容提供商可能会选择并赞同基于预览的比特率。结合保证分发,他们相信他们所分发的产品质量能同预览的内容媲美。选择使用哪个比特率通常基于带宽的估算,要么由服务器端隐含^[11],要么由客户端直接反馈^[12]。确定的比特率自适应可以将拥塞最小化,并且减少逾期分发的几率。

HTTP 直接下载的方式最初用于在播放开始前必须获取整个视频的情况。这种方式的简便性在于它不需要进行文件预处理,而是转码成正确的格式然后为目标设备编解码。对于 RTSP 及一些混合方式,需要额外的预处理用于支持步进和比特率自适应。对于 RTSP,视频通常必须被“暗示”来帮助实时地解码音视频,以此支持基于帧的 RTSP 分发。部分混合方式依赖于文件的分割。当文件分割被建议用来最优化缓存时,它是用来支持确定的比特率自适应或者近实时的流媒体。

5 改进的 HTTP 分发方式

结合上面所述的基于 HTTP 的混合分发方式以及确定的比特率自适应,可进一步改进其分发方式:内容提供商根据一般需求将视频源文件切割成较小的片段,并且分别为每个片段进行不同码率的编码。这样,每个视频源文件拥有几个不同码率的编码文件。在服务器端向客户端分发视频内容时,服务器端根据当时的网络带宽,选择不同码率的文件向客户端进行分发。当然,这样一个分发过程是建立在内容分发网络之上的。

采用这种改进方式进行分发可以获得以下优势:摆脱了专用流媒体服务器的束缚,同时降低了运营成本;HTTP 的普遍性弱化了设备的差异性;HTTP 采用的是可靠传输,可以在一定程度上保证视频质量;结合内容分发网络,可以有效地减少网络拥塞、提高网络利用率。

6 结束语

目前移动富媒体正准备不断扩张,但是缺乏平台的统一和协议的趋同,而这两项却是支持一致的用户体验所必须的。

终端用户、开发商以及运营商都将从生态系统的统一以及对于融合了的视频分发解决方案的共同理解中受益。内容提供商希望分发高质量的视频以保证它们的品牌完整性。基于不可靠协议的流媒体协议,如基于 UDP 的 RTP 协议,不能提供确定的质量保证。另外,多数运营商不愿意开放它们网络的动态端口,而这些端口正是 RTP 协议所需要的。所以,针对这些问题提出了利用 HTTP 协议作为内容分发协议。基于 TCP 的可靠分发,结合确定的比特率自适应,能够提供确定的质量保证。同时 HTTP 的普遍性使其容易穿过防火墙并且能够利用优化了的内容分发网络缓存基础设施。虽然 HTTP 不是为实时应用而设计的并且对于视频分发可能不是最佳选择,但是它利用广泛支持的协议提供了理想的功能。

参考文献:

- [1] Shen B, Tan W, Huve F. Dynamic Video Transcoding in Mobile Environments[J]. IEEE Multimedia Mag., 2008, 15(1): 45-51.
- [2] 黄一鸣,董永强. RTSP 流媒体代理 IPv4/IPv6 组播互通的研究[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(6): 183-190.
- [3] Guo L, Chen S Q, Xiao Z, et al. Analysis of Multimedia Workloads with Implications for Internet Streaming[C]//Proceedings of the 14th International Conference on World Wide Web (WWW 2005). [s. l.]: [s. n.], 2005.
- [4] 张林,王芙蓉. RTSP 协议研究及其在一种 VOD 中的实现[J]. 中国有线电视, 2004(22): 9-12.
- [5] 李必云,石俊萍. 移动流媒体技术在视频传输中的应用[J]. 计算机时代, 2010(5): 28-29.
- [6] Li Y, Markopoulou A, Apostolopoulos J, et al. Content-aware Payout and Packet Scheduling for Video Streaming over Wireless Links[J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2008, 10(5): 885-895.
- [7] 李继玲,于凡. RTP/RTSP/HTTP 流化技术比较分析[J]. 科技创新导报, 2010(28): 23-23.
- [8] Guo Lei, Tan Enhua, Chen Songqing, et al. Delving into Internet Streaming Media Delivery: A Quality and Resource Utilization Perspectiv [C]//Proceedings of the 2006 ACM SIGCOMM Internet Measurement Conference (IMC 2006). [s. l.]: [s. n.], 2006: 217-230.
- [9] Liang Y J, Apostolopoulos J, Girod B. Analysis of Packet Loss for Compressed Video: Effect of Burst Losses and Correlation between Error Frames[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2008, 18(7): 861-874.
- [10] Liang Y J, Gerod B. Network-adaptive Low-latency over Best-effort Networks[J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2006, 16(1): 72-81.
- [11] Wang Bing, Wei Wei, Guo Zheng, et al. Multipath Live Streaming via TCP: Scheme, Performance and Benefits[J]. ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications, 2009, 5(3): 1-23.
- [12] Chakareski J, Frossard P. Distributed Collaboration for Enhanced Sender-driven Video Streaming[J]. IEEE Transactions on Multimedia, 2008, 10(5): 858-870.

(上接第 157 页)

- [5] 陈得民. CC2430 与 DS18B20 的粮库温度传感器网络设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2009(12): 60-62.
- [6] Wang Wei, Fan Zebin. Design of Wireless Temperature Detect Based on CC2430[J]. Electronic Engineer, 2007, 33(8): 78-80.
- [7] 郭渊博,杨奎武,赵俭,等. ZigBee 技术与应用: CC2430 设计、开发与实践[M]. 北京:国防工业出版社, 2010.
- [8] 俞金寿,孙自强. 过程自动化及仪表[M]. 北京:化学工业出版社, 2007: 103-104.
- [9] 顾德英,张健,马淑华,等. 计算机控制技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2005.
- [10] 侯宪伦,孙兆荣,丁陵,等. 啤酒发酵罐微机控制系统及其控制算法[J]. 工业控制计算机, 1991(5): 28-29.
- [11] 庞娜,程德福. 基于 ZigBee 无线传感器网络的温室监测系统[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2010, 28(1): 55-60.
- [12] 周岭松,余春喧. 基于 ZigBee 技术的温湿度控制系统[J]. 电子测量技术, 2011, 34(6): 47-50.