

# 基于 P2P 的网络游戏更新推送系统设计

冯晓龙,张 毅,郭宇春,谭晓颖,陈一帅

(北京交通大学 电子信息工程学院,北京 100044)

**摘 要:**当前网络游戏面临的一个问题是如何将游戏的更新内容分发给所有的用户,一般而言,游戏的更新内容包括漏洞修复,安全性提高,外挂防护,平衡性调整以及新游戏内容等。为了维护游戏良好的生命周期,一款运行良好的网络游戏常规更新频率一般为一周一次。通常游戏运营商会利用 P2P 方式来发布游戏补丁,但仍然无法解决游戏更新发布的一瞬间会有大量的用户涌入服务器造成的高带宽消耗。文中通过分析旋风下载组件的下载数据,设计一种提前推送补丁的系统,在不影响用户下载体验的情况下,可以有效降低游戏更新发布时的峰值带宽。

**关键词:**网络游戏更新;P2P;推送;带宽峰值

中图分类号:TP302.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)10-0175-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.10.044

## Design of Pre-push System for On-line Games Update Based on P2P

FENG Xiao-long, ZHANG Yi, GUO Yu-chun, TAN Xiao-ying, CHEN Yi-shuai

(College of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:**How to deliver update contents to game-players is one of the most challenging problems facing by the online-game operators. Generally, an online game has to be updated once a week for maintaining itself since the updates can fix the bugs, improve the security, block the cheating, balance the game and provide new contents. Online-game operators usually deliver game patches via P2P. However, they still cannot afford the bandwidth caused by players' requests of simultaneously downloading the patches. Therefore, a pre-push system is designed by analyzing the downloading data and evaluated to decrease the bandwidth peak in the game updating and publishing without impeding the users' normal processing.

**Key words:**online-game updates;P2P;pre-push;bandwidth peak

## 0 引 言

近年来,游戏产业得到了长足的发展,尤其是网络游戏变得很流行,一款热门的游戏同时在线人数会达到上百万。如何承载大量的游戏用户,以使得每个用户都得到良好的游戏体验,是游戏运营商最为关注的问题<sup>[1-2]</sup>。而另外一个很少被关注的问题是,游戏更新的发布带来的大量带宽消耗。一款运行良好的网络游戏会有周期性的更新,内容包括漏洞修复、反外挂、平衡性调整及新游戏内容等等。对于一款同时在线人数超过上百万的网络游戏来说,游戏更新的发布带来的带宽消耗将是非常巨大的,其下载量可能超过 PB,平均下载带宽为 50 Gbps,峰值带宽消耗甚至达到上百 Gbps<sup>[3]</sup>。

一次游戏更新发布中,补丁文件的大小和补丁发

布时游戏在线人数会对其发布时的带宽起决定性影响。最初游戏发布系统只能通过服务器来下载,服务器带宽的成本取决于其峰值,目前采用 P2P 辅助降低系统带宽已经成为很多服务提供商的选择<sup>[4]</sup>,然而在游戏更新补丁文件发布初始,由于拥有该文件的用户几乎没有,此时 P2P 数据尚未形成规模,大量的用户只能从服务器下载,服务器成了下载游戏补丁的唯一途径,造成 Flash-crowd 现象<sup>[5-7]</sup>,这样会导致服务器带宽消耗过多,严重影响用户下载体验。设计了一个基于 P2P 的游戏补丁推送系统,通过提前推送游戏补丁,增加系统中 P2P 下载规模,利用 P2P 来降低补丁发布初期对服务器带宽的消耗,从而降低游戏运营成本,改善用户下载体验。

收稿日期:2012-12-28

修回日期:2013-04-03

网络出版时间:2013-07-24

基金项目:国家自然科学基金资助项目(61271199);北京交通大学基础研究基金(W11JB00630)

作者简介:冯晓龙(1988-),男,硕士研究生,研究方向为信息网络理论与技术;郭宇春,教授,博士生导师,研究方向为网络与通信基础理论及先进网络应用、拓扑、路由、复杂网络。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130724.1005.041.html>

## 1 测量平台及数据描述

网络游戏很少有公开的数据可供分析<sup>[8]</sup>,文中对网络游戏补丁更新系统研究所用到的实测数据来自于旋风下载组件的被动测量数据。旋风下载组件是腾讯研究院旋风下载团队推出的一款通用下载工具,它源于 QQ 旋风的下载内核,并针对软件升级、补丁下载等应用场景进行了多方面的优化,目前旋风下载组件日独立用户数已突破 1 亿。

文中使用 2012 年 4 月下载日志并从中提取出国内某主流网络游戏补丁下载情况进行分析。数据内容包括用户 ID、用户下载时间戳、下载资源的 URL、下载耗时、下载速度、从服务器及 P2P 网络获取的数据量等信息。这些信息的收集对用户使用不产生任何影响,因此可以认为这些数据能够反映出用户在自然情况下行为的真实情况。在 2012-04-01 至 2012-04-30 期间,共得到下载记录约 7 亿条,独立用户数上千万,下载补丁文件超过 2.5 万个,总下载数据量超过 5 PB。为了使数据处理尽量简便,同时又不丧失对系统特性的反映,文中以每小时为时间粒度进行数据分析,当所使用的时间粒度小于等于 1 小时可以较为精确地描述出系统性能及用户行为的情况<sup>[9]</sup>。

## 2 系统性能分析

此节通过统计学方法对系统性能进行分析,研究游戏更新发布系统相关特性,为下一节补丁推送系统的设计提供理论依据。

### 2.1 带宽消耗相关因素

在整个游戏更新的过程中,带宽始终是影响用户体验和运营商成本的直接因素,所以找出影响带宽的重要因素是优化系统设计的重要一环。为了分析游戏下载消耗的带宽,对游戏补丁的下载次数及消耗的带宽进行了统计分析。

该游戏 4 月第一周的下载带宽及下载次数如图 1 所示,其中横轴表示日期,左侧纵轴表示下载带宽消耗,右侧纵轴表示下载次数。对于下载带宽而言,随着时间变化,总下载带宽和通过 HTTP 方式下载的带宽具有相同的趋势。而带宽的变化又与下载次数息息相关,这说明下载次数是影响下载带宽的一个重要因素。

图 1 的测量结果显示,4 月 6 日下载次数和下载带宽达到峰值,而在其他时刻带宽消耗相对较少。这是由于 4 月 6 日该游戏有更新发布,用户只有下载补丁更新完成后才可以进入游戏,导致了当天下载次数和下载带宽的突增。对于运营商而言,其要按照下载带宽的峰值来向网络提供商支付费用,所以对于这种只有少数时刻带宽较高的现象,只要控制好峰值带宽,

就可以降低整体游戏运营商的带宽成本。

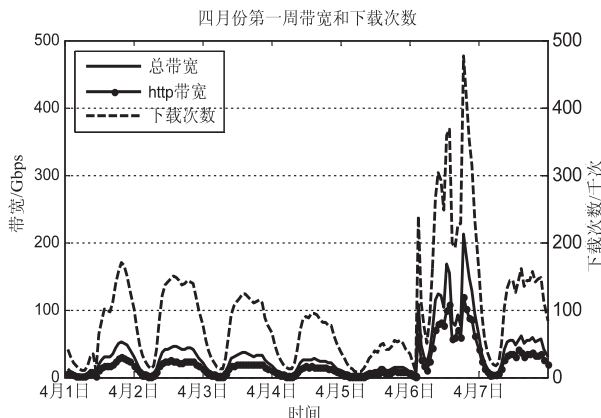


图 1 4 月第一周补丁下载次数和下载带宽情况

### 2.2 发布日和非发布日模式差异

通过上节分析可以看到更新发布日和非发布日系统带宽消耗具有明显不同的特征,为了更清晰地研究发布日和非发布日的区别,文中分析了 4 月 6 日和 4 月 8 日下载带宽消耗,如图 2 所示。

从中可以看出发布日和非发布日呈现截然不同的带宽消耗模式。

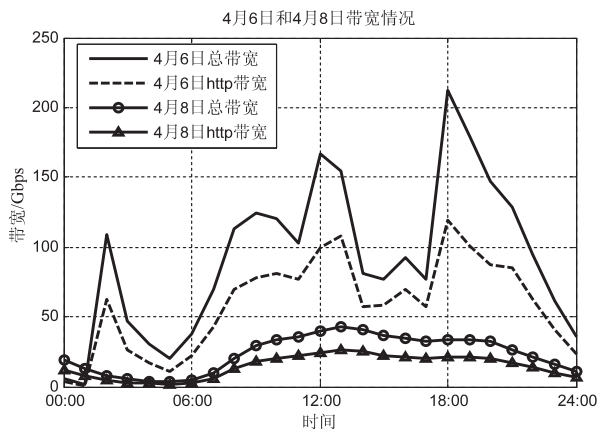


图 2 4 月 6 日(发布日)与 4 月 8 日(非发布日)带宽情况

从图 2 可以看出,在 4 月 6 日该游戏更新,补丁发布时间为凌晨 1 点,此时带宽存在一个突发增长,峰值带宽达到 110 Gbps 左右,这是由于用户尚未获得文件,只能从服务器获得文件,服务器(http)带宽与系统总带宽基本相等。随着时间的增长,拥有文件的用户逐渐增加,开始出现 P2P 带宽的支持。在中午和傍晚,带宽存在两个峰值点,说明此时游戏用户大量下载补丁更新游戏,这符合一般游戏用户的作息规律。而对于 4 月 8 日,其峰值带宽仅为 46 Gbps,远远低于发布日带宽,并且由于 P2P 资源的扩散,其 HTTP 峰值带宽仅为 22 Gbps。

这些数据表明,相当数量的游戏玩家会在补丁文件发布日进行下载,造成发布日的极端峰值带宽,故推送系统设计关注的焦点应该在降低发布日峰值带宽。

2.3 更新文件大小及带宽占用分布

该游戏采用增量更新方式,因此对于一次游戏更新会包含上千个大小各异的文件。对于 P2P 系统而言,在大文件上性能表现相对更好。对更新补丁中的文件进行了分析,发现少量大文件消耗了大量的带宽。

对于 4 月 6 日的补丁更新,一共包含文件 2 453 个,从图 3 中可以看出,10 个最大的文件占了将近 35% 的下载带宽,而这些文件在所有文件中的比例约为 0.4%, 同样 100 个最大的文件只消耗了 50% 左右的带宽,说明少量的大文件消耗了大量的下载带宽,应该重点考虑对这些文件的下载进行优化。

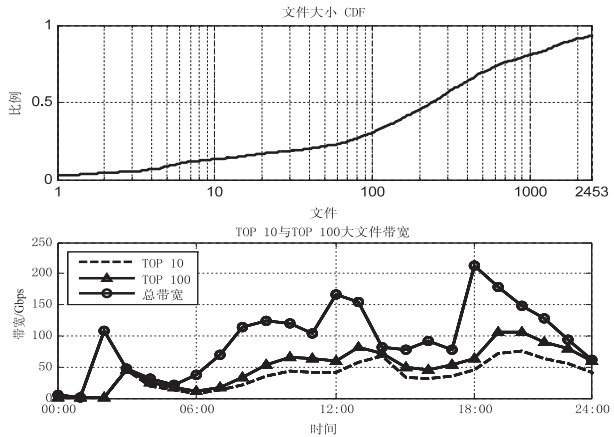


图 3 更新文件大小及带宽占用分布

2.4 更新模式分析

为了研究补丁的更新模式,分析了多次更新的补丁下载次数,其归一化结果如图 4 所示,从中可以看出多次发布的文件其下载次数具有相似性,其相关系数高达 0.996 5,因此可以通过上一次更新补丁下载的情况来预测此次补丁下载的情况。

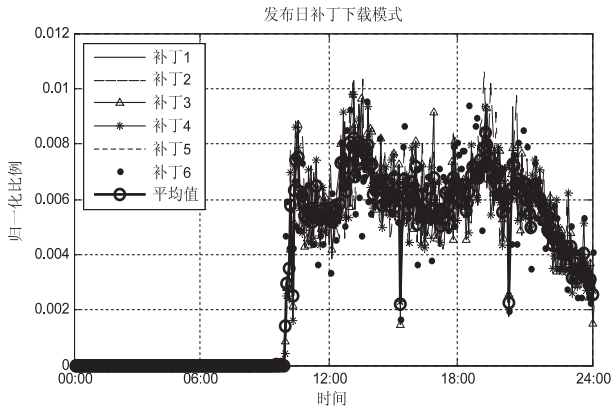


图 4 发布日补丁文件下载模式

2.5 小结

通过上述统计分析,可以得到如下结论:服务器带宽峰值消耗是由游戏更新补丁发布导致,需要降低补丁发布日的峰值带宽;少量大文件消耗了大量的服务器带宽,需要针对大文件做一定的优化;补丁下载模式存在相似性,可以利用已有数据来预测当次补丁更新

的下载情况。下面将针对以上几点来设计推送系统,来达到降低系统峰值带宽的目的。

3 推送系统设计

基于上述对游戏下载系统的分析及推送资源的分析,设计了推送系统的整体架构和实现方案。该方案的设计理念是充分利用网络中用户所能提供的上传流量,根据推送节点的平均上传能力,通过增加推送资源初期共享用户数量来提升推送资源的 P2P 下载速度,利用 P2P 下载带宽来降低对服务器带宽的消耗。

3.1 推送系统架构设计

文中所设计的推送系统在当前主流的 P2P 系统的基础上,仅需要增加推送服务器,来负责整个推送机制的运行。推送服务器的主要任务有两个:推送文件选择和推送节点及数量选择。通过对网络中的用户和资源数据进行收集和分析,确定推送资源列表,并在游戏文件正式发布前预先将其推送到选定的推送节点。整体系统架构图如图 5 所示。

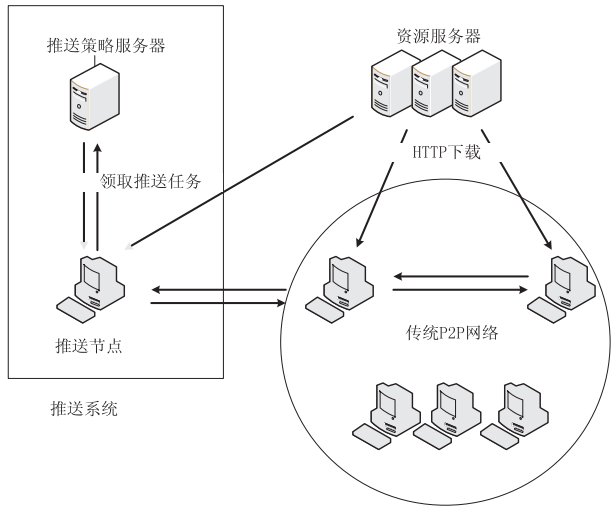


图 5 面向游戏更新发布的推送系统架构

3.2 推送文件选择

该游戏更新发布一般采用增量更新模式,对于一次游戏更新发布,更新文件会有几千个,如果将所有的文件都进行推送,显然是不合理的。因此需要对文件进行合理的筛选,选择适量的文件进行推送。

通过上述分析可知,推送资源的选择主要基于以下因素:

- 1)考虑用户在游戏发布之后对该资源的需求程度<sup>[10-11]</sup>。为了使推送的节点在获取资源后,其上传带宽能被充分利用,所选的推送资源要对用户有很强的吸引力。由于该网络游戏更新方式属于增量更新,因此对于哪些文件发布后用户需求比较大可以很好预估,并且这些文件具有明显的规律性。
- 2)考虑文件所消耗的服务器带宽<sup>[12]</sup>。推送的主



要目的是为了降低服务器的峰值带宽,因此在选择推送资源的时候,对于其消耗的服务器带宽要进行预测,选择消耗服务器带宽较大的文件进行推送。

3)考虑该资源推送的 P2P 下载速度<sup>[13]</sup>。资源推送是为提高普通用户下载该资源时的 P2P 速度,利用 P2P 上传带宽来降低资源对服务器带宽的需求。当资源的 P2P 下载速度已经很高时,即使进行了推送,对带宽的节省也不明显。因此,资源的 P2P 下载速度应该成为筛选推送资源的首要参考依据。

### 3.3 推送节点数量计算

推送策略设计的核心在于推送节点的计算,对于一个文件其通过 P2P 效率(通过 P2P 方式下载的字节数/下载的总字节数)存在有极限,由统计经验可知 P2P 效率的极限值约为 0.75 左右,当文件的 P2P 效率达到极限值后,推送节点的增加并不能带来 P2P 效率的提升,形成了不必要的资源浪费,因此对于推送节点的计算相当必要。

下载用户获取推送资源的 P2P 下载速度由两部分组成:一部分是原本拥有推送资源的共享用户提供的 P2P 下载速度;另一部分是推送节点提供的 P2P 下载速度<sup>[14]</sup>。而节点的速度又可以通过带宽表现出来,只要确定了推送带宽,并结合每个推送节点能提供的上传量计算推送该资源所需推送节点数量。

推送节点的平均在线上传速度,其值等于推送节点的平均上传总量与平均在线时长的商<sup>[11-12]</sup>。利用该速度,可以将各时刻的推送节点数量转化为各时刻推送节点提供的平均上传速度。当确定了推送目标 P2P 速度后,可以根据资源当前 P2P 下载速度计算应投入的推送节点数:

$$P_n = \frac{v_{\text{push}} \times d_n}{U_p} = \frac{(v_{\text{aim}} - v_{\text{cur}}) \times d_n}{U_p} \quad (1)$$

其中, $P_n$ 表示推送资源  $n$  的推送节点数; $v_{\text{push}}$ 表示用户从推送节点获得的 P2P 下载速度; $d_n$ 表示资源  $n$  的峰值下载量, $U_p$ 表示推送节点的平均上传速度; $v_{\text{aim}}$ 表示资源期望的平均 P2P 下载速度; $v_{\text{cur}}$ 表示资源当前的平均 P2P 下载速度。

下载带宽由系统中平均下载速度及同时下载的用户数决定,因此公式(1)可以转化为:

$$P_n = \frac{(v_{\text{aim}} - v_{\text{cur}}) \times d_n}{U_p} = \frac{\int_0^t (v_{\text{aim}}(t) - v_{\text{cur}}(t)) \cdot d_n dt}{\int_0^t U_p(t) dt} = \frac{d_n \cdot \int_0^t v_{\text{aim}}(t) dt - d_n \cdot \int_0^t v_{\text{cur}}(t) dt}{\int_0^t U_p(t) dt} =$$

$$\frac{B_{\text{aim}} - B_{\text{cur}}}{B_p} = \frac{B_{\text{push}}}{B_p} \quad (2)$$

其中, $B_{\text{aim}}$ 表示资源期望的 P2P 下载带宽; $B_{\text{cur}}$ 表示资源当前的 P2P 下载带宽; $B_p$ 表示单位推送节点能够提供的上传带宽; $B_{\text{push}}$ 表示资源期望从推送节点下载的带宽。

根据之前的分析可以知道,网络游戏每次更新的下载带宽具有一定的规律性,可以通过之前的更新发布的下载带宽来预测此次下载所需的峰值带宽。资源期望从推送节点下载的带宽可以由整体 P2P 效率的提升计算而来。因此公式(2)可以表示为

$$P_n = \frac{B_{\text{push}}}{B_p} = \frac{B_{\text{aim}} (\eta_{\text{aim}} - \eta_{\text{cur}})}{B_p} \quad (3)$$

其中, $\eta_{\text{aim}}$ 表示资源期望的 P2P 效率; $\eta_{\text{cur}}$ 表示资源当前的 P2P 效率。

对于推送节点,由于用户主动下线,存在一定的流失率,因此实际的推送节点数量如下:

$$P = \frac{P_n}{\lambda} = \frac{B_{\text{aim}} (\eta_{\text{aim}} - \eta_{\text{cur}})}{\lambda \cdot B_p} \quad (4)$$

根据实际的测量得到  $\eta_{\text{aim}}$  存在上限,该系统中的上限值约为 0.75。对于  $B_p$  可以由节点的平均上传速度求得,为了不影响用户的正常游戏体验,节点的上传速度被限制为 35 kB/s,则 1 万节点上传带宽  $B_p$  为 2.67 GBps,由文献[12]可知节点一小时流失率约为 0.8。这样只要根据上次发布预测出的带宽就可以计算出此次需要推送的节点数量。

### 3.4 推送流程

基于以上分析,推送方案的具体流程如下:

(1)根据 3.2 节推送资源的选择标准,在游戏更新之前选择适量的资源进行推送,为了方便推送,一般所选取的资源不超过 5 个;

(2)根据 3.3 节的计算方案,利用上次补丁更新的下载信息来计算此次需要推送的节点数量;

(3)在游戏更新发布前一小时推送资源,并在游戏已经达到发布后监控实际推送情况。

## 4 测试验证

基于上述设计,文中以 2012 年 4 月 20 日一次游戏发布为例,利用上述推送方案进行测试。此次游戏更新一共包括 2 562 个文件,根据游戏运营商提供的信息可以知道下载量最大的文件大小为 57 MB,选择该文件进行推送。通过上一节方案得到推送节点约为 7.2 万,预计推送节点输出带宽 15.3 Gbps。

推送之后系统关键性能如图 6 所示,当日峰值下载带宽为 48.2 Gbps,其中推送输出带宽为 13.6 Gbps,带宽节省率为 28% 左右。推送带宽比预期输出要低,

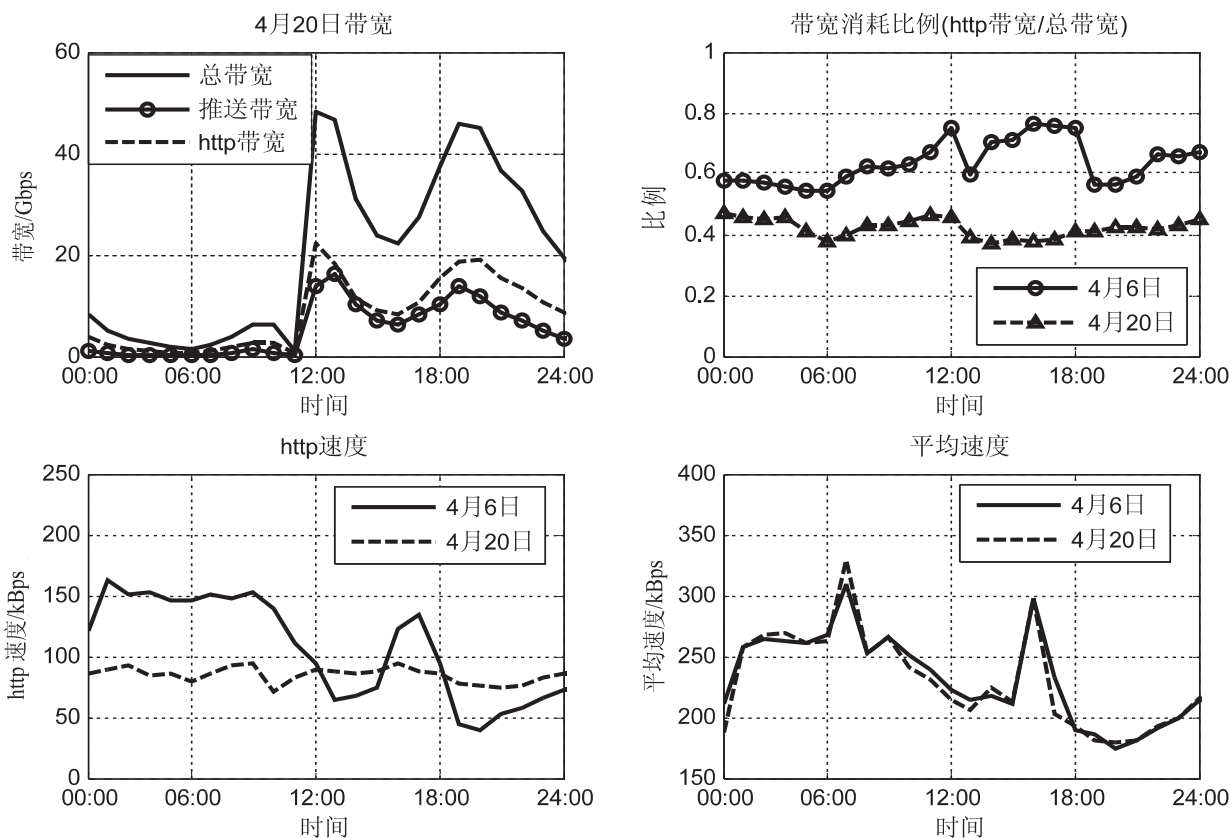


图 6 4 月 20 日系统核心指标情况

可能是由于整体下载需求没有预估的大,推送节点的上传带宽没有被充分利用。由图 6 所知,与 4 月 6 日相比,HTTP 速度明显降低,但整体的平均速度差距不大,说明推送系统对于游戏用户而言下载体验没有明显变化,但有效降低了服务器的带宽。

上述结果表明,该推送方案可以起到很好的削峰作用,能有效地降低游戏发布初期的峰值带宽消耗,为游戏运营商节约可观的带宽成本。

## 5 结束语

通过对旋风下载组件下载日志的分析,文中提出了一种可应用于网络游戏补丁更新的推送方案设计,并在实际网络得到验证。实验结果表明,推送机制对网络游戏补丁更新系统性能具有全面的提升效果,利用该推送系统,可以在不影响用户下载体验的情况下,有效降低服务器带宽消耗,从而降低游戏运营商的带宽支出。此外,由于该推送机制完整地保留了现有 P2P 系统的组织架构和节点交互协议,因此易于在现有游戏补丁更新系统中实现。

## 参考文献:

[1] Cisco visual networking index-forecast and methodology[EB/OL]. 2007-20-12. [http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white\\_paper\\_c11-481360\\_ns827\\_Networking\\_Solutions\\_White\\_Paper.html](http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html).

html.

[2] Guo D, Chen Y S, Chen C J. Understanding and searching the online video in China [C]//Proceedings of ISECS CCCM 2009. Sanya, China; [s. n.], 2009:87-90.

[3] Chambers C, Feng Wuchang. Patch scheduling for on-line games[M]//iNetGames. [s. l.]: [s. n.], 2005.

[4] Huang Yan, Fu T Z J, Chiu Dah-Ming, et al. Challenges, design and analysis of a large-scale P2P-vod system[C]//Proceedings of the ACM SIGCOMM 2008 Conference on Data Communication. Seattle, WA, USA; [s. n.], 2008.

[5] 吴建平,安常青. 互联网测量理论与应用[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009.

[6] Ciullo D, Garcia M A, Horvath A, et al. Network awareness of P2P live streaming applications[C]//Proceedings of IPDPS 2009. Rome, Italy; [s. n.], 2009:25-29.

[7] Wu C, Li B. Exploring large-scale peer-to-peer live streaming topologies[J]. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications, 2008, 4(3):1-23.

[8] 刘琼,徐鹏,杨海涛,等. Peer-to-Peer 文件共享系统的测量研究[J]. 软件学报, 2006, 17(10):2131-2140.

[9] 刘华春. P2P 网络的分类以及关键技术分析[J]. 微计算机信息, 2008, 24(3-3):112-114.

[10] 郑毅,陈长嘉,李纯喜. 基于测量的 P2P VoD 系统的模型研究[J]. 铁道学报, 2011, 33(2):60-66.

[11] Feng W, Chang F, Feng W, et al. Provisioning on-line games: a traffic analysis of a busy counter-strike server[C]//Proc of

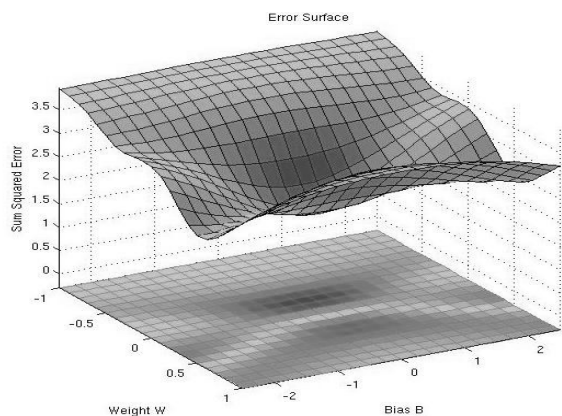


图 3 误差曲面图

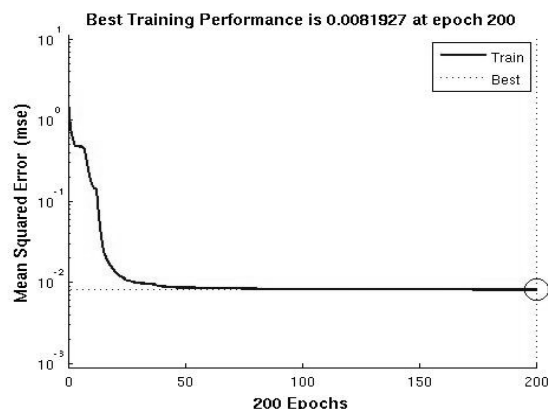


图 4 训练得到的均方误差曲线

## 4 结束语

文中提出了基于 BP 神经网络的冷藏车温度预测方法,用以解决传统方法难以解决的非线性时间序列的预测问题,取得了较好的实际效果。并且针对 BP 神经网络中存在的收敛速度慢的问题,提出了一种自适应的学习速率的新方法,通过仿真表明该算法具有很好的预测效果。如果能够综合考虑冷藏车的温度、湿度、光照等环境因素,或者对于样本数据进行适当的

预处理,可以进一步提高预测的准确性和效率。

## 参考文献:

- [1] 刘国栋. 基于 Internet 架构的食品冷链物流模式研究[J]. 中国市场, 2007(41): 82-83.
- [2] 赵长青, 傅泽田, 刘雪, 等. 食品冷链运输中温度监控与预警系统[J]. 微计算机信息, 2010(17): 27-28.
- [3] 韩力群. 神经网络教程[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [4] 袁曾任. 人工神经网络及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [5] Yu J B, Xi L F. A neural network ensemble-based model for on-line monitoring and diagnosis of out-of-control signals in multivariate manufacturing process[J]. Expert System with Applications, 2009, 36(1): 909-921.
- [6] Laxmidhar B, Swagat K, Awhan P. On adaptive learning rate that guarantees convergence in feedforward networks[J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 2006, 17(5): 1116-1125.
- [7] 李炯城, 黄汉雄. 神经网络中 LMBP 算法收敛速度改进的研究[J]. 计算机工程与应用, 2006, 23(16): 46-49.
- [8] Reymond H K, Edward W J. A variable step size LMS algorithm[J]. IEEE Transaction on Signal Processing, 1992, 40(7): 1633-1642.
- [9] Sadoghi-Yazdi H, Lotfizad M, Fathy M. Car tracking by quantised input LMS, QX-LMS algorithm in traffic scenes[J]. IEEE Proceeding on Vision, Image and Signal Processing, 2006, 153(1): 37-45.
- [10] 张会生, 吴微. 一种具有自适应动量因子的 BP 算法[J]. 大连海事大学学报, 2008, 34(4): 45-47.
- [11] 徐晋. 前馈神经网络学习新算法及其仿真[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2004, 20(1): 24-27.
- [12] 王红霞, 僧德文. BP 算法的改进及其在库存数量预测中的应用[J]. 浙江水利水电专科学校学报, 2006, 18(4): 34-37.

(上接第 179 页)

- the Internet Measurement Workshop. [s. l.]: [s. n.], 2002.
- [12] 郑毅, 陈常嘉, 黄丹. 对等网络视频点播系统中的用户行为研究[J]. 北京交通大学学报, 2011, 35(2): 55-59.
  - [13] Zheng Y, Chen C J, Li C X. Measurement, modeling and analysis of peer-to-peer VoD system[C]//Proceedings of 2009 WRI International Conference on Communications and Mobile

- Computing. Kunming, China: [s. n.], 2009: 273-278.
- [14] Parvez N, Williamson C, Mahanti A, et al. Analysis of bittorrent-like protocols for on-demand stored media streaming[C]//Proceedings of the 2008 ACM SIGMETRICS International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems. Annapolis: ACM Press, 2008: 2-61.

**热烈祝贺全国第十一届嵌入式系统学术年会  
(ESTC3013)在成都召开!**

基于P2P的网络游戏更新推送系统设计

作者：

[冯晓龙](#)，[张毅](#)，[郭宇春](#)，[谭晓颖](#)，[陈一帅](#)，[FENG Xiao-long](#)，[ZHANG Yi](#)，[GUO Yu-chun](#)，[TAN Xiao-ying](#)，[CHEN Yi-shuai](#)

作者单位：

[北京交通大学 电子信息工程学院, 北京, 100044](#)

刊名：

[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：

[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

[2013\(10\)](#)

本文链接：[http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjz201310044.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201310044.aspx)