

# IMEP 中负载均衡功能的实现<sup>①</sup>

## Realization of Load-Balance Function on IMEP

孙文胜 朱 玮 (杭州电子科技大学 通信工程学院 浙江 杭州 310018)

**摘 要:** IMEP(实时通信教育平台)作为新兴的网络教育平台,虽然解决了传统网络教育平台中的实时性差、交互性弱、服务器负载重的问题,但是由于系统采用多服务器结构,容易引起负载不均衡的问题;为了解决此问题,将负载均衡技术应用于 IMEP 中,在系统中增加负载均衡器,引用加权最小访问负载均衡算法,从而能有效地解决平台中服务器负载不均的问题,大大提高了网络教育平台的通信效率。

**关键词:** IMEP 负载均衡 加权最小访问算法 负载均衡器 应用服务器

### 1 引言

随着计算机应用和互联网的迅猛发展,网络应用也在不断扩大,网络教育作为新兴的教育模式,越来越受欢迎。IMEP 作为时下比较流行的网络教育平台<sup>[1]</sup>,使用户不仅可以获得丰富的网络资源,还可以与其他用户进行点对点的交流,实时性和交互性较好;同时用户和用户之间的交流不经过服务器,这样就减轻了服务器的负载<sup>[2]</sup>;解决了传统网络教育平台中的实时性差、交互性弱、服务器负载重的问题。然而由于此平台系统采用的是多服务器结构,那么问题就产生了:如何保证各个服务器的负载均衡?

本文将负载均衡技术应用于 IMEP 中,对平台进行负载均衡设计,并增加了负载均衡器来对用户的登录请求进行处理和调度。本文采用称为加权最小访问算法的负载均衡策略,这种算法是基于 NAT 负载均衡技术的,此算法能十分有效地实现各服务器的负载均衡。

### 2 IMEP的介绍

该教育平台是一个运行于因特网上、采用混合 P2P 技术的互动教学平台<sup>[3]</sup>,是现实学校的延伸和拓展,在网络中模拟现实的教学环境和教育模式,提供图像、文字、视频、音频等多种教育资源,同时还允许各个用户间的自由快捷的交流,为学习者营造一个

全方位、多角度、宽层次的教育环境。其网络结构如图 1 所示。

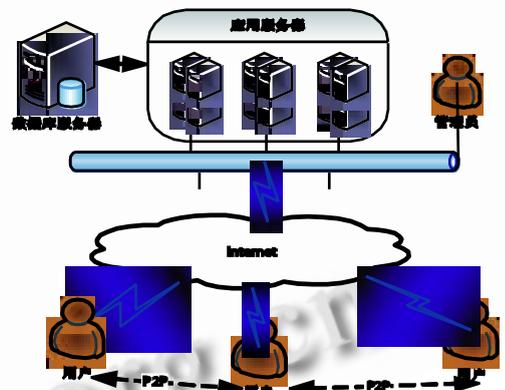


图 1 IMEP 的网络结构

此平台系统中采用服务器充当超级节点,虽然解决了传统网络教育平台中的交互性差、实时性差、服务器负载大等缺点,但是由于采用多服务器结构,平台存在着明显的负载不均衡的问题。随着用户的增多和平台应用范围的扩大,这种问题会越来越突出,终究会成为限制网络教育发展的瓶颈!

### 3 负载均衡技术应用于IMEP

负载均衡的概念是利用相应的负载均衡算法,把原来由一台服务器提供的服务分配给多台服务器共同

① 收稿时间:2009-03-10

承担,提高网络的通信效率、稳定性、QoS。目前在网络中,DNS 服务器、一些 Web 服务器及其它应用服务器都已经使用了负载均衡技术。负载均衡技术大致有四种:基于 DNS 的负载均衡、反向代理负载均衡、基于 NAT 的负载均衡、扩展的负载均衡技术。

我们对教育平台的优化采用集中式控制方式。在平台中引入负载均衡器<sup>[4]</sup>,选择性能较好的设备充当负载均衡器,避免因负载过重引起的问题;负载均衡器会每隔一段时间搜集各服务器的负载指标、运用负载均衡算法,从而高效而快速的响应用户的登录请求。

### 3.1 带负载均衡器的 IMEP 网络结构

引入负载均衡器的 IMEP 的网络结构如图 2 所示。

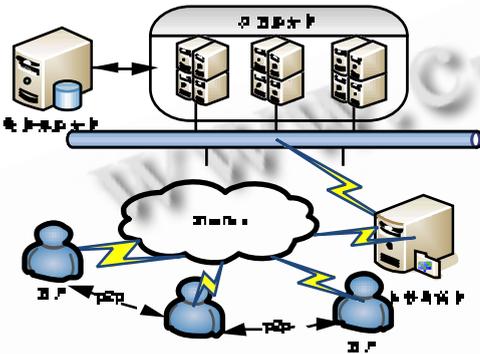


图 2 带负载均衡器的 IMEP 的网络结构

与上述结构明显不同的是,在网络中增加了一台负载均衡器,其作用是负责平台的负载均衡。

### 3.2 加权最小访问算法的计算过程

此算法是基于 NAT 负载均衡技术的,算法根据已有的地址转换信息得到每一个转换地址的已访问次数,再选择已访问次数最少的地址作为目的地址,同时为了更充分发挥各台服务器的效率,根据各个服务器的具体性能,分别给他们的每个参数一个权值<sup>[5,6]</sup>。综合考虑每台服务器的数据流量(已连接数)和权重,来选择一台合适的服务器,进行数据处理。这样就可以根据每台服务器的实际情况,把来访的数据流量分配到合适的应用服务器上,从而达到负载均衡的效果。

算法的具体实现流程如下所示,

接收 IP 包

if 新 IP 包

for 在地址范围内

    最小访问次数= 不可能达到值

    for 在地址范围内

访问次数= 0

for 地址转换状态表中每一项

    if (目的地址转换= 目的地址)

        访问次数= 访问次数+ 1

    endif

endfor

    负载=  $\sum$  负载\* 目的地址的权

endfor

endif

If 负载 < 最小访问次数

    选中的地址=目的地址

endif

转换 IP 包地址

把转换信息写入连接表

对连接表进行修改

endif

if not 新 IP 包

    从连接表中得到地址转换信息

endif

在工作过程中,应用程序接收来自客户的 IP 数据包,读取包头中的信息。识别目的 IP,若不是本网,结束负载均衡操作;若是,则对访问次数进行累计,并对负载参数进行权值处理。最后,取负载值较小的那个服务器响应本次访问。

### 3.3 带负载均衡器的 IMEP 功能模块的划分

引入负载均衡器的 IMEP 的功能模块的划分如图 3 所示:

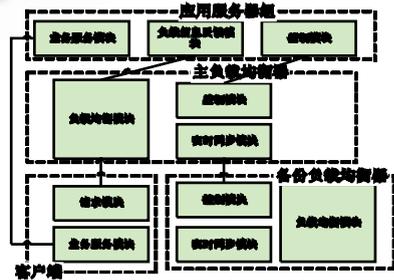


图 3 带负载均衡器的 IMEP 功能模块的划分

下面对各个模块具体功能进行描述:

负载均衡模块:运行于负载均衡器上,当收到控制模块发来的命令时开始运行,有两大作用:一是负责接收各个服务器上负载信息反馈模块反馈的负载信息,采用上述算法得到各服务器的负载值和调度序列;

二是根据计算得到的服务器的调度序列响应用户的登录请求。

控制模块：运行于各个服务器、主负载均衡器和备份负载均衡器上，作用是控制各负载信息反馈模块和负载均衡模块的启动和停止。在平台中，控制模块每隔一定时间间隔启动一次上述模块，为了保证系统的灵活性，这个时间可以通过配置文件来修改。

负载信息反馈模块：运行于服务器内，当接收到控制模块发来的启动命令后，开始执行，搜集服务器的负载参数，并及时发送到负载均衡器上。

业务服务模块：为用户提供的业务服务功能，客户端的此模块运行在各远程用户的应用程序上；服务器端的此模块运行在系统中各应用服务器上。

实时同步模块：运行于主备份负载均衡器上，在主备份负载均衡器上传同步信息。

请求模块：运行于客户机上，当客户端的业务服务模块需要业务服务时，向负载均衡器发送定向请求。在得到负载均衡器的响应后，将接收到的服务器地址通知业务服务模块。

### 3.4 带负载均衡器的 IMEP 与用户的交互流程

当用户需要登陆平台时，就向负载均衡器发出登录请求，等待平台的响应；

负载均衡器会根据当前各服务器的负载值，将合适的服务器 IP 地址返回给客户端应用程序；

客户端向收到的 IP 所代表的服务器发出连接请求，建立连接，然后发送后续请求，直至退出；

平台中的各服务器每隔一定时间就搜集自身负载信息，并将这些信息发送给负载均衡器；同时负载均衡器也计算各个服务器的调度序列，更新平台中的相关参数，准备响应下一时间段内的用户登陆请求；下图表示交互的具体过程：

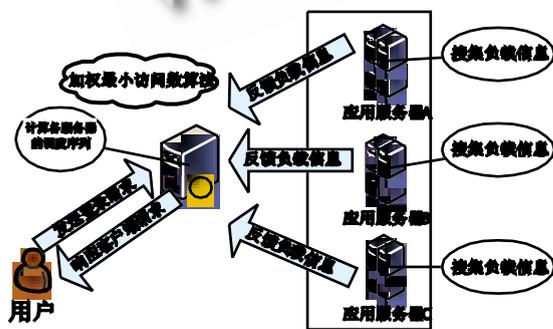


图 4 带负载均衡器的 IMEP 与用户的交互过程

## 4 IMEP系统设计的实现及负载均衡功能的测试

### 4.1 负载信息反馈模块的实现

本模块采用定时采集、定时发送的原则，这里第一个定时是指搜集服务器自身负载参数并存储在本地的时间间隔；第二个定时是指服务器将本地存储的负载参数反馈给负载均衡器的时间间隔。需要说明的是可以通过配置文件设置时间间隔。这里负载参数主要是指各个服务器的 CPU 利用率、内存使用率、在线用户数量、发送消息队列中的消息数量、接收消息队列中的消息数量等；后四种参数都可由平台本身定义的消息队列中得到，这里不再累述。主要关注 CPU 的利用率，这里我们利用微软提供的 ntdll.dll 系统函数，首先把 ntdll.dll 加载进来，然后找出接口函数 NtQuerySystemInformation，通过此接口函数我们可以获得相关信息。

图 5 为该模块的类图，其中 ALL\_DATA 用于存储服务器的所有负载信息，CgetSystemInfoManager 管理服务器的负载信息反馈模块，其余的负责存储有关需要的参数。

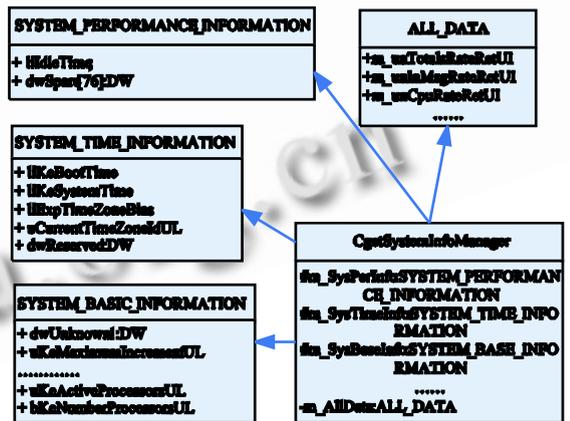


图 5 负载信息反馈模块类图

上图中，SYSTEM\_BASIC\_INFORMATION 中的参数 bKeNumberProcessors 为服务器中 CPU 的数量；SYSTEM\_PERFORMANCE\_INFORMATION 中参数 liIdleTime 代表 CPU 的空余时间；SYSTEM\_TIME\_INFORMATION 的参数 liKeSystemTime 为服务器的系统时间；CPU 的空余时间与系统时间的比值再除以服务器中 CPU 的数量就是系统时间内 CPU 的空闲率，1 减去这个空闲率就得到了 CPU 的利用率。

利用此方法求出的 CPU 利用率和任务管理器上的 CPU 利用率差别极小。

### 4.2 负载均衡模块的实现

负载均衡器是对平台进行负载均衡设计、使平台实现负载均衡功能的关键环节，而负载均衡模块[7]又是负载均衡器的核心模块，所以该模块的设计显得至关重要。该模块不仅要启动算法、计算出各服务器的负载值，同时也要响应用户的登录请求。

当接收到负载信息反馈模块发送过来的负载参数后，通过给服务器各负载参数一个权值来综合各负载参数，得到服务器负载值，这里各参数权值之和为一。也就是服务器每一个负载参数乘以对应的权值然后相加，得出的值就是服务器的负载值，对应服务器的调度序列；选择负载值最小的服务器来响应用户的请求，然后更新各服务器的调度序列。为了增加系统的适应性，各参数的权值写在程序的配置文件里，可以根据实际需要做出调整。

图 6 是此模块的类图，其中 SREVER\_DATA 数据结构存储各服务器反馈过来的负载参数，CComputingSystemInfo 根据负载参数利用负载均衡算法计算各服务器的负载值，CLoad\_Balancer 用于控制负载均衡模块、控制加权最小连接数算法的启动、响应客户端请求。

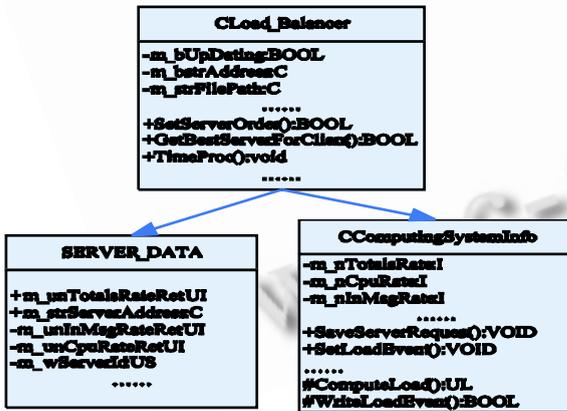


图 6 负载均衡模块类图

### 4.3 实际应用案例中数据分析

我们利用本文所述的负载均衡方案，组建 IMEP；实际运行中有四台服务器，被划分为两个集群；平台中有一负载均衡器。我们模拟平台在线人数分别为 5000、10000、15000，记录各服务器的运行状态，如表 1 所示：

表 1 实际运行数据

人数	参数	server 1	server 2	server 3	server 4
5000	C	5	5	4	3
	M	35	29	30	32
	L	10008	11861	10942	11009
10000	C	14	12	10	11
	M	47	45	48	47
	L	21100	20865	20047	20399
15000	C	14	13	13	15
	M	61	64	58	60
	L	32011	31185	32214	31566

表中 C(CpuRate)表示 CPU 利用率；M(Memory Load)表示内存利用率；L(LoadData)为服务器的负载量化值，它等于服务器的负载值乘以负载均衡器发来的虚拟用户登录请求数量。表中显示了四台服务器在不同负载情况下的负载分布，可以看出，经过负载均衡改造过的 IMEP 服务器在实际运行中能够很好地达到负载均衡效果。

### 5 结语

本文针对 IMEP(实时通信教育平台)的特点，在充分考虑了各个服务器的综合性能的基础上提出了加权最小访问数的负载均衡算法，引入负载均衡器，实现了平台的负载均衡功能，解决了先前教育平台负载不均的弊端；应用和试验表明，本负载均衡的设计方案是有效实用的；这种算法也能很好的适应教育平台的特殊环境，在平台负载均衡中起到了关键性的作用。

### 参考文献

- 1 刘光.现代远程教育的现有状态和未来趋势.教育理论与实践, 2004,24(4):4-6.
- 2 吴琼.我国高校网络教育学习支持服务研究[硕士学位论文].南京:南京师范大学,2006.
- 3 许盈.即时通信中的负载均衡的研究与实现[硕士学位论文].北京:北方工业大学, 2007.
- 4 胡永培,卢显良.网络负载分流器的实现技术.计算机应用, 2001,21(4):28-29,32.
- 5 刘高峰.负载均衡技术全攻略.http://www.yesky.com/20010626/187006.html
- 6 向建军,白欣,左继章.一种用于是实时集群的多任务负载均衡算法.计算机工程, 2003,(12):3-4.
- 7 李清玉,韦卫,侯紫峰.防火墙集群动态自适应负载均衡算法设计与实现.计算机工程, 2005,31(1):141-143.