

一种改进的多媒体信息发布系统框架^①

陈明晶, 马雪英, 王凌武

(浙江财经大学 信息学院, 杭州 310018)

摘要: 借鉴 P2P 的思想, 提出了一种以代理节点为中心的 A2P(Agent-to-Player)框架, 由服务器、管理端、场馆代理端和播放终端等四部分组成, 以场馆代理端为中心对播放终端进行分组管理, 并改进了终端分组和文件下载算法, 降低了系统管理的复杂度, 提高文件的扩散速度; 任务编排功能采用模板来管理, 并且通过 B/S 模式发布, 增加了任务管理和播放的灵活性. 基于该框架设计了多媒体信息发布系统, 取得了良好的效果.

关键词: 对等网络; 多媒体; 发布系统; 终端分组

Advanced Multimedia Information Display System Architecture

CHEN Ming-Jing, MA Xue-Ying, WANG Ling-Wu

(Information School, Zhejiang University of Finance & Economics, Hangzhou 310018, China)

Abstract: An A2P architecture centered on venue agent was proposed. It consisted of server, management terminal, venue agent and player terminal. The network nodes were organized into several groups by venue agents. The algorithms of both grouping and downloading were proposed to reduce the complexity of system management, at the same time, it improved the speed of spreading files. The function of scheduling task was managed by template, and released in B/S mode which can increase their flexibility. Based on the architecture, the multimedia information display system was designed and achieved good results.

Key words: Peer-to-Peer (P2P); multimedia; display system; terminal grouping

随着社会的信息化和网络化发展, 信息的发布与传播形式有了前所未有的突破, 多媒体信息发布系统以其形式丰富、功能强大、管理方便等优势, 被广泛应用于政府部门、银行等公共场合, 逐渐成为信息发布方式的首选. 现有的多媒体信息发布系统大体上可以分为两种类型^[1-4]: 一种是单机系统, 多采用 DVD 或单机 PC 方案, 将信息存储在 DVD 碟片或存储卡上, 采用人工分发、人工巡视的运营方式, 因此信息发布周期较长, 且终端设计难以及时维护; 另一种是联网系统, 多采用 PC 方案, 开发比较容易, 且软、硬件分离, 但需要布设网络设施, 成本较高. 近年来 WLAN、3G 技术发展迅速, 联网系统显示出明显的优越性, 成为主要的信息发布方式.

然而, 任何涉及到移动互联网的系统都面临着“异

构”环境的问题, 这里的“异构”包含两方面因素^[5]: a) 网络的异构, 即多种类型的接入网共存, 包括 3G、WLAN、以太网、光接入网等; b) 终端的异构, 即多种类型终端共存, 包括触摸屏一体机、显示器以及高清电视等. 如何在异构环境中快速有效的共享和传输文件数据, 成为多媒体信息发布系统亟需解决的问题.

传统的网络版多媒体信息发布系统采用 B/S 或 C/S 模式开发^[6], 所有的资源和管理系统都运行在服务器上, 容易导致服务器压力过大且管理不灵活; 基于完全 P2P 的管理模式导致整个系统的管理复杂度大大增加^[7,8]; 而客户端的播放模式过于单一, 用户容易产生审美疲劳. 针对这些问题, 本文提出了一种基于 A2P(Agent-to-Player)的多媒体信息发布系统, 能提供方便的界面设计、灵活的播放模式、实时的控制管理

^① 基金项目:浙江省科技计划公益类项目(2013C33067)

收稿时间:2014-02-19;收到修改稿时间:2014-03-24

和优越的网络运行能力。

1 系统体系结构

基于 A2P 的多媒体信息发布系统是运行在 Internet 上的管理系统, 由于 Internet 具有异构性, 本系统对传统的 B/S 或 C/S 体系结构进行改进, 借鉴了 P2P 的思想, 设计了 A2P(Agent-to-Player)的体系结构, 由资源管理与发布服务器(Server)、系统管理员端(Administrator)、各场馆代理端(Agent)、播放终端(Player)以及有线或无线网络组成, 如图 1 所示。

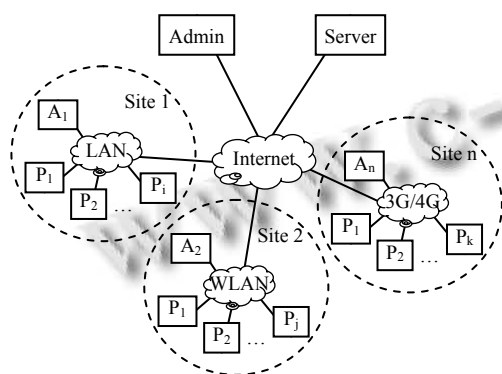


图 1 系统体系结构

1) 资源管理与发布服务器(Server)

资源管理与发布服务器负责整个系统的资源/用户/权限的管理、终端状态监控等工作^[7], 保证系统高效、稳定运行。其主要功能包括: ①存储已创建完成的播放任务和所需素材; ②管理系统用户和全部终端设备, 控制用户的操作权限; ③维护全部场馆代理和终端的分组表; ④当有新任务发布时, 将任务文件包发送给任务指定的终端所在分组中的场馆代理, 并向指定终端发送下载任务的消息; ⑤轮流向各代理和播放终端发送状态请求, 根据返回信息判断当前状态; ⑥记录整个系统的登陆日志和操作日志, 确保系统安全运行。

2) 系统管理员端(Administrator)

系统管理员端主要负责用户管理、节目发布与管理、系统及终端状态查询等。其主要功能包括: ①对全部终端按场馆、类型等进行分组管理; ②管理系统用户及其操作权限; ③管理播放任务模板, 并根据模板创建播放任务; ④管理全部播放任务列表, 控制具体终端上正在播放节目的停止、插播、修改以及删除等。

3) 各场馆代理端(Agent)

为了体现不同场馆的特色, 系统为每个场馆分配一个自由时段, 用于场馆播放自己的节目、广告等, 以满足不同场馆的需求。编辑本场馆的播放任务由各场馆代理端负责。由于场馆代理通常使用质量比较好的网络, 因此可将其作为临时资源服务器, 分担主服务器的压力, 其主要功能包括: ①编排并管理本场馆的播放任务; ②将播放任务所需的素材上传至服务器, 并在本地保留备份, 提供给播放终端下载; ③定时连接服务器, 下载与本场馆终端相对应的播放任务; ④管理本组终端任务下载的状态表; ⑤查询和管理本场馆下的所有终端, 维护对应的运行状态表。

4) 播放终端(Player)

播放终端是具有独立操作系统、存储空间的多媒体机, 安装有播放任务的客户端, 根据任务编排实现不同任务的轮播。不同场合的显示终端有所区别, 如连接有媒体播放器的 LCD、挂壁式广告机、立式标牌机等。显示终端的主要功能包括: ①接收服务器的消息, 从对应场馆代理下载播放文件包, 如果场馆代理暂时不可用, 则从主服务器下载; ②为本组终端提供文件下载服务; ③将本机任务按照任务类型和优先级进行轮播; ④接收服务器的状态查询指令, 返回当前状态。

2 系统核心功能

A2P 模式对所有终端进行分组管理, 场馆代理分担了大多数的文件下载任务, 减轻了服务器的压力, 网络管理的复杂度大大降低。A2P 管理模式见 2.1 节, 终端分组方法见 2.2 节, 文件下载方案见 2.3 节。

2.1 A2P 管理模式

在 A2P 模式下, 场馆代理充当了资源服务器的角色, 为本组终端提供下载状态管理和文件下载服务, 既分担了主服务器的压力, 又可以充分利用本地网络的资源, 同时也减少了整个网络资源调度的复杂度。发布任务的具体流程为:

① 系统管理员或场馆代理在各自的终端上编排播放任务, 指定该任务对应的终端, 并将编排配置文件连同相应素材打包并上传至主服务器;

② 主服务器根据该播放任务对应的终端将播放文件分发给相应的场馆代理, 并通知显示终端下载该播放任务文件包, 若是场馆代理发布任务, 则可以直接使用本机上的文件作为下载源;

③ 终端从服务器接收下载任务的消息, 选择从所在分组中下载文件, 同时也为本组内的终端提供文件下载服务;

④ 终端下载任务完成后, 向服务器发送状态, 并按照预定的编排规则播放任务.

2.2 终端分组

由于网络的异构性、播放终端的类型和接入方式不同, 播放终端在带宽、分辨率、处理能力和资费等方面存在差别, 终端与场馆代理之间的关联显然不能仅限于物理位置的限制, 而应该综合考虑任务归属、终端类型和网络连接质量等因素, 代理端与终端间的数据共享将变得更加频繁与普遍. 因此, 需要将网络中的各个节点(包括场馆代理和播放终端)进行终端分组, 在下载任务时, 分组中的终端优先考虑从同一分组中的代理端或终端下载, 以降低资源调度的复杂度.

终端分组实际上是一个类似于网络节点聚类问题, 可以借助图论来描述^[9]. 传统的节点聚类问题需要考虑所有节点间的边的权重, 所带来的消耗也是难以接受的, 而本文的节点聚类只需要考虑节点与代理端之间的边的权重, 复杂度会大大降低.

定义 1. 网络节点的加权完全图表示为 $G=(P, A, W)$, 其中 P 为播放终端的集合, A 为代理端的集合, $W(p, a)$ 为连接顶点 p 、 a 的边的权重, 这里的权重是网络质量, $W \in (0, 1]$. 节点聚类问题就是求解图 G 的 K 个子图 $G_1(P_1, A_1, W_1), G_2(P_2, A_2, W_2), \dots, G_K(P_K, A_K, W_K)$ 满足:

$$\begin{aligned} P_i \cap P_j &= \emptyset, i \neq j; \\ P_1 \cup P_2 \cup \dots \cup P_K &= P; \\ C(A_i) &= 1; \end{aligned} \quad (1)$$

其中, K 为场馆代理的总数量, $C(A_i)$ 为子图中场馆代理的数量.

最优解则可表示为: $\max(\sum \sum W(p_i, a_i))$.

通过以下方法完成终端分组:

1) 以 K 个代理端为中心, 建立 K 个分组.

2) 将节点集合 P 中的节点 P_i 按 $W(p_i, a_i)$ 的最大权值划分到某一分组中, 完成初始分组.

3) 初始分组可能会出现没有终端划入的代理端分组, 而另一些分组终端数量过多的情况, 因此, 需要使用算法 1 对初始划分进行调整.

定义 2. 代理端的处理能力 C_k 与其平均网络质量、配置等相关, 可表示为:

$$C_k = \delta \times \overline{W}(p_{ki}, a_k) + (1 - \delta) \times Q_k \quad (2)$$

其中, Q_k 为代理端硬件配置系数, $Q_k \in (0, 1]$, δ 为调节因子, 取值范围为 $[0, 1]$, 用于调节网络质量与代理端配置的重要性.

为了协调代理端的处理工作量, 可设置其分组中的终端数上限为:

$$U_k = \frac{C(P)}{\sum C} \times C_k \quad (3)$$

其中, P 为系统全部终端的集合, $C(P)$ 为终端数.

调整算法描述如下:

/* 算法 1: 对超过上限的分组, 选择变动影响较小的节点划入其他分组 */

Begin

将 K 个分组按 $C(P_k) - U_k$ 降序排列;

For $i = 1$ to K

/* 针对第 i 个分组 */

While $C(P_i) > U_i$

/* 将 W 变动较小的节点移出 */

找到 $\text{Max}(W(p, a)) - \text{Sec}(W(p, a))$ 最小的节点, 将其转到 $\text{Sec}(W(p, a))$ 对应代理的分组中;

Loop

/* 已经调整过的分组不再接受节点加入 */

从 P 中删除分组 i 中的节点, 从 A 中删除 A_i , 同时 W 中从这些节点的权值;

Next i

End /* 算法结束 */

通过该算法得到的终端分组即为最优解.

2.3 文件下载方案

文件下载方案实际上是一个数据调度问题^[10].

本系统中, 需要下载的播放文件 F 平均分割成 n 个等分文件片段, 即 $F = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_n\}$, 当前分组中, 需要下载播放任务的终端队列 $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_m\}$. 代理端首先维护一个反映文件下载情况的数据映射表 D , 包含 $m \times n$ 个元素, $D_{ij} = 1$ 表明终端 P_i 已经下载了文件片 F_j , $D_{ij} = 0$ 表示未下载.

定义 3. 资源稀缺度, 是当前终端 P_k 所需文件片段在分组中的稀缺程度. 文件片段被下载次数越少, 则稀缺程度越高. 为了让播放文件在分组中迅速扩散, 下载时应优先考虑稀缺文件片段, 稀缺性如公式(4)所示:

$$R_k = \frac{m - \sum D_{ik}}{m} \quad (4)$$

定义 4. 下载紧急度, 终端 P_k 下载文件的紧急程度. 紧急程度一方面跟所下载任务的优先级有关, 另一方面下载完成度越高越紧急, 因此紧急度可表示为:

$$U_k = \frac{(U_i \times 10 + U_p) \times \sum D_{ki}}{30 \times n} \quad (5)$$

其中, U_i 是任务类型的优先级值, 是 0~2 之间的整数, 分别代表三种不同类型的任务, 详见 2.4 节; U_p 是任务本身的优先级, 是 0~9 之间的整数.

为了保证播放文件的快速下载和各节点的贡献率, 需要在下载紧急性和资源稀缺性之间达到一个平衡, 下载优先级由紧急度和稀缺度确定. 由于稀缺性和紧急性的值都在 0-1 之间, 优先级计算可以表示为:

$$P_k = \delta \times R_k + (1 - \delta) \times U_k \quad (6)$$

其中, δ 是一个调节因子, 取值范围为 [0, 1], 用于平衡优先级中数据片的紧急度和稀缺度. 为了能够使播放文件在分组中快速扩散, 刚开始就优先考虑稀缺度, $\delta=1$, 随着时间的推移, δ 渐渐减小至 0, 开始优先考虑紧急度.

2.4 任务模型

播放任务模型是对播放任务的定义^[1], 主要包括任务的类型、结构和引用的素材等, 如图 2 所示:

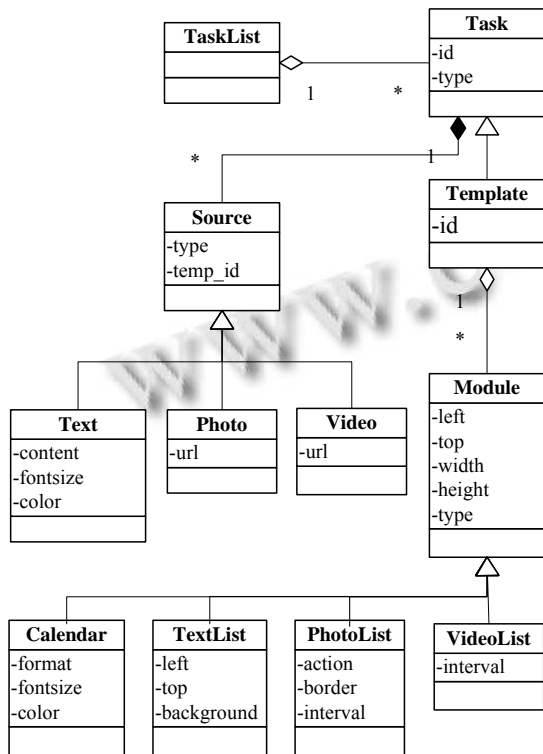


图 2 播放任务模型

为了满足多方面的播放需求, 为播放任务设计了不同的类型:

① 紧急播放任务. 在指定起止时间内循环播放某一任务, 直到指定时间段结束, 再继续轮播其他任务. 紧急播放任务通常用于播放紧急通知、重要事件提醒等.

② 普通播放任务. 指定某个起止日期和起止时间, 在起止日期内、每一天的起止时间内循环播放某一任务. 定时任务通常用于播放周期性明显的信息, 如指定时间段的广告或事务提醒等.

③ 闲时播放任务. 若当前时段未指定任何其他任务, 或者其他任务尚未下载完成时, 一直播放默认的循环任务, 如政策宣传、公益广告等.

显然, 紧急任务具有最高优先级, 普通任务其次, 闲时播放任务的优先级最低. 同时, 还为紧急任务或普通任务设置优先级, 当某一时间有多个同类型的任务符合要求时, 播放优先级高的任务.

3 应用案例

3.1 项目概况

本系统框架已在杭州市“西博会”项目“杭州西博会展多媒体发布系统”中应用实施, 用于在主要会场播放展会宣传、活动转播、动态展示、信息服务等. 系统主要功能如图 3 所示:

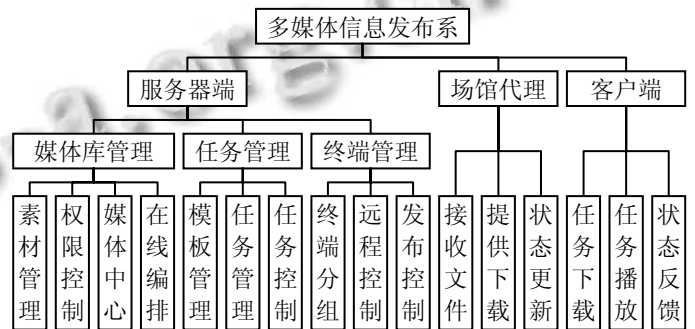


图 3 系统功能图

系统实施环境如下: 主服务器采用 IBM System x3650 M4 系列服务器, 操作系统为 Windows Server 2005, 服务器托管在杭州华数 IDC 机房, 系统将接入 2 条千兆光纤专线(电信、联通各一条), 并由网络防火墙设备完成系统的双链路 Internet 访问的路由, 主要系统采用 SSH2 框架开发, 应用服务器为 Tomcat 7, 数据库为 Microsoft SQL Server 2008, 服务器端程序都部署在

主服务器上; 场馆代理为普通办公电脑, 安装有 JRE 1.7 运行环境并运行系统的场馆代理端程序; 显示终端包括大型户外 LED 显示屏 10 台、场馆内立式或挂壁式多媒体播放机(数源多媒体机)共 120 台、触摸屏一体机 40 台, 安装有 JRE 1.7 运行环境并运行客户端程序, 其中大多数终端采用局域网连接, 部分户外显示终端采用 3G 或 Wi-Fi 网络连接。

3.2 系统测试

测试将从服务器带宽消耗、终端平均下载时间两个方面进行测试与分析, 并与目前广泛应用的 C/S 模式和普通 P2P 模式下的系统状态进行对比。

首先制作并发布 10 个播放任务, 播放文件大小为 50~100M 之间, 发布到所有终端, 平均的服务器带宽消耗对比如图 4 所示。由于各场所代理端的网络质量较好, 服务器带宽占用峰值比其他方法较早出现, 之后由代理端提供下载, 服务器峰值持续时间较短, 有利于维持服务器的稳定性。

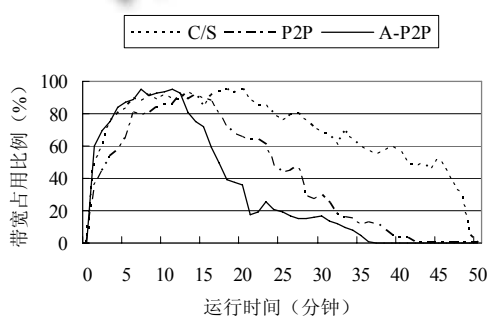


图 4 服务器带宽占用

将终端按不同的网络接入方式进行分组, 统计下载上述 10 个任务的平均时间, 结果如图 5 所示。三种接入方式的终端下载时间都有所下降, 尤其是 3G 模式下, 由于终端可以有选择性的连接比较高效的数据来源, 下载速度有明显提高。

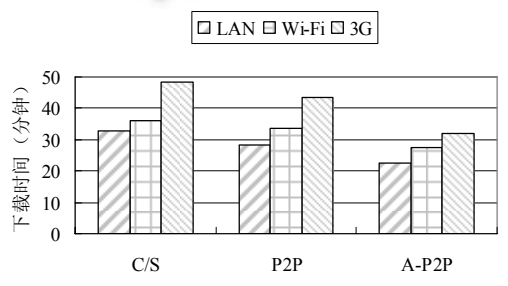


图 5 不同网络终端的平均下载时间

4 结语

基于 A2P 的多媒体发布系统改进了 P2P 的管理模式, 将整个系统的播放终端以场馆代理端为中心划分为若干分组, 并使用场馆代理端作为分组的主要资源服务器, 使文件传送模式变得简单且高效。在任务管理时, 采用 B/S 结构的任务编排模式, 减少了对管理者的依赖, 通过模板和任务类型简化了播放任务的管理, 并且增加了播放节目的灵活性。系统具有很强的通用性和可扩充性, 符合商业性发展的要求, 具有广泛的应用前景。在后续的研究中, 还需要考虑网络的不稳定性、终端的多样性和不同代理及服务器间的负载均衡问题。

参考文献

- 1 杨益军,周彬.基于模板的多媒体信息发布系统的设计.计算机应用,2009,29(12):3391-3393.
- 2 Wang Y, Wang F, Liang XH. A novel architecture to deliver scalable video coding contents over P2P network. Proc. of International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering. 2010. 139-142.
- 3 Askwith I. Television 2.0: Reconceptualizing TV as an engagement medium. <http://cms.mit.edu/research/theses/IvanAskwith2007.pdf>. [2009-04-10].
- 4 张涵,张建标,林莉.面向半分布式 P2P 系统的可靠节点交换机制.计算机应用,2013,33(1):4-7,27.
- 5 宋俊平,张棣,周旭,唐晖,白帆,赵志峰.基于 SVC 的 P2P 流媒体系统研究综述.计算机应用研究,2013,30(4):965-970.
- 6 远红亮.多媒体信息发布系统及图书馆应用.现代情报, 2011,31(7):85-89.
- 7 邓达,吕智慧.基于 CDN-P2P 流媒体直播系统方案设计实现.计算机工程与设计,2013,34(1):66-70,109.
- 8 郑小乐,郑焱,李俊.基于综合因素的 P2P 流媒体数据调度算法.计算机系统应用,2010,19(1):99-103.
- 9 张秋,魏成光.多媒体信息发布系统在大学图书馆的设计与应用.图书馆学研究,2011,10:38-41.
- 10 李永,余镇危.基于 Hilbert 曲线的拓扑匹配的 P2P 覆盖网模型.微电子学与计算机,2013,30(1):139-14.