

广域分布式环境中面向服务的文件管理系统

陈芬, 须文波

(江南大学信息工程学院, 无锡 214122)

摘要: 在广域分布式环境中, 文件资源存储在分布、异构的环境下并通过不同协议被访问。该文针对广域分布式环境和数据密集型应用的需求提出一个面向服务的文件管理系统。该系统把分布、异构的存储资源用虚拟技术封装成一个文件存储资源, 并提供统一的文件视图与访问接口, 实现存储资源的共享。实际测试结果表明了该系统的有效性。

关键词: 分布式系统; 文件管理系统; 虚拟技术; 面向服务的文件管理系统

Service Oriented File Management System in Wide Area Distributed Environment

CHEN Fen, XU Wen-bo

(School of Information Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122)

【Abstract】 In wide area distributed environment, file resources are stored in distributed and heterogeneous environment and accessed by various protocols. A service oriented file management system for the demand of the wide area distributed environment and data intensive applications is proposed. By using virtualization techniques, the distributed and heterogeneous storage resources are converged into a single uniform storage resource. This file management system also provides a uniform file view and interface to share the data storage resource. Practical testing results show the efficiency of this system.

【Key words】 distributed system; file management system; virtualization technique; Service Oriented File Management System(SOFMS)

1 概述

分布式文件系统是指文件系统时间共享模式的分布式实现^[1], 通过一个公共文件系统为地理上分布的计算机用户提供数据和存储资源的共享。分布式文件系统的主要特征为网络透明性、位置透明性、可扩展性以及容错, 目前NFS和AFS依然是高性能计算环境中常用的文件系统, GPFS^[2]等商业分布式文件系统的使用也十分广泛。

本文分析传统分布式文件系统的缺点, 通过引入 Web Service 技术, 定义一套 3 层文件存储模型, 设计面向服务的文件管理架构, 实现了在广域环境下能动态管理异构存储资源、扩展存储空间的文件管理系统。

2 技术背景

2.1 分布式文件系统

典型的分布式文件系统是通过局域网互联的工作站和主机的集合。早期的商用分布式文件系统和研究原型包括AFS, Coda^[2]以及Sun公司的网络文件系统NFS等。传统的集中式网络文件系统是基于一个提供所有本地存储访问需求、文件系统元数据管理及缓存维护的专用文件服务器。随着存储规模和访问量的增长, 这种集中式方式在性能、可靠性及可扩展性等各方面暴露出问题, 因此, 出现了将负载分布在多个服务器上同时保持某种程度一致性的分布式文件系统。相关的研究包括NFS3, NFS4, GFS, xFS和GPFS。

随着 Internet 的发展, 传统分布式文件系统已经无法满足广域环境下文件组织、共享的需求。存储文件数、用户数量超出了单个文件系统的管理能力; 运行环境复杂多样, 对数据共享产生障碍。此外, 传统分布式系统大都采用 C/S 结

构, 模块间的耦合性较强, 这使得多种不同分布式文件系统间缺乏互操作性。

2.2 Web Service 技术

Web Service 是通过 Internet 和 SOAP 协议提供跨平台服务的技术, 具有很强的可移植性和互操作性, 可以屏蔽异构系统间的区别, 用户通过 Web Service 提供的接口来调用资源, 而不涉及资源的内部实现形式和逻辑。使用基于 XML 的 Web Service 能用与平台无关的方式描述任何数据, 并能跨平台地交换数据, 实现系统组件间的松耦合。Web Service 是基于接口的, 通过标准方式来描述系统定义的接口, 提高了软件重用性。与 Web Service 相关的协议和技术有:

(1) 简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol, SOAP)。以 xml 形式提供一个简单、轻量的用于分散或分布环境中交换结构化和类型信息的机制。

(2) Web 服务描述语言(Web Service Description Language, WSDL)。采用标准方式抽象描述 Web Service 的访问操作和访问时使用的请求/响应消息, 将其绑定到具体的传输协议和消息格式中。

(3) 统一描述、发现以及集成(Universal Description, Discovery and Integration, UDDI)。便于用户进行资源发现与使用。

3 SOFMS 系统设计与实现

SOFMS 中的存储资源是各个节点上的磁盘存储空间, 这

作者简介: 陈芬(1980-), 女, 助理讲师、硕士研究生, 主研方向: 并行计算, 分布式文件系统; 须文波, 教授、博士生导师

收稿日期: 2008-08-20 **E-mail:** chenfen@ict.ac.cn

些存储资源具有如下特性：(1)广域分布：存储资源所在节点是广域分布的；(2)节点异构：存储资源所在节点的宿主环境异构。

SOFMS 的目标是整合分布、异构的存储资源，为广域网用户提供透明的文件存储空间、统一的文件访问方式以及透明的文件命名空间。

SOFMS 由一个元数据服务以及一个或多个数据存储服务构成，元数据服务和数据存储服务都封装成 Web 服务的形式，屏蔽了资源的异构特性。用户只需把元数据服务作为统一的文件调用入口，数据存储服务由 SOFMS 系统管理员通过元数据服务统一管理。SOFMS 的总体结构如图 1 所示。

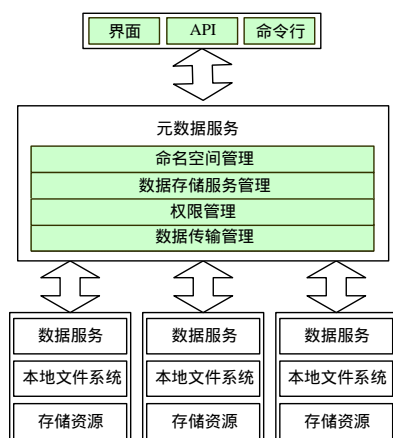


图 1 SOFMS 总体结构

3.1 存储模型

为了能够基于分布、异构的存储资源构建统一的存储空间，这里定义了分布式文件管理系统中 EVP^[3] 文件存储模型：E-有效存储空间，V-虚拟存储空间，P-物理存储空间，存储模型如图 2 所示。

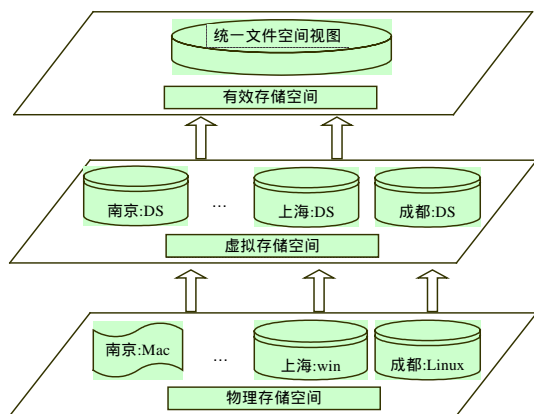


图 2 文件存储模型

对上图的说明如下：

(1)物理存储空间：由分布式系统中节点的物理存储空间（即节点上的文件系统）构成，由于节点宿主环境不同，因此节点文件系统也可能是异构的。

(2)虚拟存储空间：由异构物理存储资源服务化封装后提供统一接口的虚拟存储资源构成，从虚拟存储空间视图来看，存储空间资源依然是分布的。

(3)有效存储空间：提供单一命名空间、统一访问接口的有效存储资源空间，并提供多用户文件共享机制。

分布式系统中用户在使用文件管理系统时只能看到

SOFMS 中统一的存储空间，而最终存储资源的分布、异构等特性被隐藏了。

3.2 命名

SOFMS 为每个系统用户提供独立文件命名空间。即每个用户拥有独立的类似 Unix 文件系统的根目录“/”，用户自己组织自己的文件存储空间。

根据文件的存储模型，SOFMS 中的每个文件/目录都有 3 种命名：E-有效名，V-虚拟名，P-物理名。

有效名是用户最终可见的，且可以直接使用的文件名；虚拟名类似于 NFS 中 File Handle，它对用户透明，是整个系统中唯一对文件/目录的引用，物理名标识了一个文件/目录的真正存储位置——某个节点上文件系统的绝对地址。

以下例子描述了用户通过文件管理系统所见到的“document”目录下“helloworld.c”文件在 SOFMS 中的命名方式。

有效名: ESO://document/helloworld.c

虚拟名: VSO://1f8a890di8001n76

物理名: PSO://siteA@/home/usr1/temp.c

SOFMS 的命名机制给用户提供了统一的命名空间。

3.3 文件共享

传统分布式文件系统中权限与访问控制机制大都采用 Unix 文件系统机制 UGO+RWX。该机制允许文件属主可以自定义文件的权限，并对 G-group 和 O-other 进行文件授权；但由于普通用户无法进行组管理，且对 O-other 用户授权的访问控制粒度过大，因此分布式文件系统的文件共享能力是很弱的。

SOFMS 中每个目录/文件都拥有属主(O-owner)，为解决传统分布式文件系统中文件共享能力较弱的问题，SOFMS 支持多粒度的文件授权与访问控制机制，支持属主对单个用户(U-user)、用户组(G-group)以及所有用户(O-other)进行文件授权，授权方式主要是 R-read, W-write。由于 SOFMS 并不提供基于广域网络的读写操作，因此系统中的“R”主要指允许下载文件的权限，“W”主要指上载文件、删除文件的权限。

综上所述，SOFMS 中的权限管理可以简化表述为 OUGO+RW。

3.4 存储空间扩展

随着网络的发展，用户对存储空间的需求越来越大。单一存储资源或有限存储资源的文件管理系统已无法满足用户对数据存储日益增长的需求。

SOFMS 中的存储资源由管理员通过元数据服务统一管理，物理存储资源对普通用户是透明的。SOFMS 允许用户灵活、动态地扩展系统存储容量，即当系统存储空间不足时，可动态地加入数据存储服务，且不影响现有系统当前的运行状态。用户文件的存储位置对最终用户透明。

4 结束语

SOFMS 使用 Web Service 技术的屏蔽异构性、互操作性、松耦合以及可重用性等特点，把广域、异构的存储资源封装成标准的 Web Service，对外提供统一的 Web Service 接口，实现异构存储资源的封装和调用，并通过基于 Web Service 的统一元数据服务动态构建具有单一系统映像的广域可扩展文件存储系统。

通过结合 Web Service 和分布式文件系统为广域网应用及存储资源共享提供一种具有广泛应用价值的方法。解决了

(下转第 272 页)