

基于 GridFTP 的数据传输设计与实现^{*}

应宏 李梦蛟 刘福明 钟静 鄢沛

(重庆三峡学院数学与计算机科学学院 重庆万州 404000)

摘要 GridFTP 是 Globus 网格计算环境中数据管理的一个通用的数据传输协议,具有支持 GSI 的安全机制、三方控制、并行传输等功能。通过对 GridFTP 协议的分析,描述了三方控制数据传输体系结构,设计了 GridFTP 客户端控制软件,详细介绍了基于 GridFTP 数据传输的安全认证、数据传输过程和客户端三方控制数据传输的实现。

关键词 GridFTP, 数据传输, 三方传输, 并行传输

The Design and Realization of Date Transfer Based on GridFTP

YING Hong LI Meng-Jiao LIU Fu-Ming ZHONG Jing YAN Pei

(College of Mathematics and Computer Science, Chongqing Three Gorges University, Chongqing Wanzhou 404000)

Abstract GridFTP that supports GSI' security mechanism, third party control, parallel transfer and the like is a common date Transfer protocol of Globus Grid computing environment. By analyzing GridFTP Protocol, it describes third party control date transfer architecture, designs GridFTP client control software, introduces detailed date transfer's security authentication based on GridFTP, course, and realization of client third party date transfer.

Keywords GridFTP, Date transfer, Third party transfer, Parallel transfer

1 引言

数据是网格中的重要资源,它存储于网格上许多大型的存储系统之中,这些存储系统往往侧重于不同的需求,为客户提供不同的服务。如高性能存储系统(HPSS)侧重于实现快速传送存储设备和并行机或群聚计算机之间的大型文件,分布式文件系统(DPSS)则侧重于支持海量存储与负载平衡。在网格的应用中,不仅一个程序需要访问不同存储系统中的大量数据,而且不同程序之间也可能需要传输大量的数据,并且不同的应用往往需要不同质量的数据传输服务。同时,网格中的存储系统,由于采用了不同的软件及数据访问协议,大部分存储系统并不兼容。为了支持对多种存储系统的访问和满足不同质量的数据传输服务要求,Globus 提出了 GridFTP 机制^[1]。GridFTP 基于标准 FTP 协议,对其进行了全面扩展,可实现对多种存储系统的支持,并提供统一的用户访问界面。

2 GridFTP 概述

GridFTP 是 Globus 提出的基于 FTP 协议并对其进行扩展的数据传输协议,它相对于 FTP 协议有许多新的特点,其中一些已经成为事实上的标准。GridFTP 支持 GSI(Grid Security Infrastructure) 和 Kerberos 安全机制,在 GridFTP 中支持灵活可靠的安全鉴别和完整性检查;GridFTP 支持并行(parallel)、条状(strip)、第三方控制(third party)和部分文件等模式的数据传输,支持可靠的数据传输及数据重传(即容错传输);GridFTP 可自动调整 TCP buffer/Window 大小以有效地提高数据传输性能。为了实现 GridFTP 协议, Globus

项目主要实现了 GridFTP 函数库(Globus-ftp-control-library 和 Globus-ftp-client-library)、GridFTP 客户端、GridFTP 服务器端和一系列的相关工具。

函数库 Globus-ftp-control-library 实现了控制通道 API,主要提供服务器和客户端之间实现 FTP 的底层服务,包括相互鉴别、创建控制及数据通道、在数据通道上读写数据等功能,实现对 GridFTP 连接管理,并且支持并行数据传输,条状数据传输及第三方数据传输等。函数库 Globus-ftp-client-library 主要实现 GridFTP 客户端 API,提供高层客户端数据传输功能,包括完整文件 Get 操作及 Put 操作,对并行数据传输进行控制和设置、部分文件传输操作和设置 TCP 缓冲大小等。为了支持条状数据传输和并行数据传输,GridFTP 定义了扩展块模式,一种可以打乱顺序传送数据的扩展传输模式。在该模式下,每个连接可以传输部分数据,实现一个文件的条状传输或并行传输^[1,2]。

3 基于 GridFTP 的数据传输设计

3.1 数据传输的体系结构

GridFTP 是 FTP 的扩展,它支持 FTP 中的 C/S 方式的数据传输。在基于 C/S 的数据传输体系结构中,客户端和服务端的认证和审核采用的是基于 GSI 的证书认证方式。在 GridFTP 中,更具特色的是三方控制数据传输模型,如图 1 所示。三方控制数据传输是指发出数据传输指令的结点既不是数据传输的源结点,也不是数据传输的目的结点的数据传输,控制传输的主体是除了传输源结点和目的结点的第三方。它含有 GridFTP 客户端和两个 GridFTP Server,实现了三方。GridFTP 客户端与两端的 Server 分别建立控制通道和进行

^{*}基金项目:重庆市自然科学基金(2005BB2001);重庆市教委科研基金(KJ051101);重庆三峡学院科研基金(2005-sxxyzd-003)。应宏教授,主要研究方向为网格计算、Web 数据库;李梦蛟 本科生;刘福明 副教授,主要研究方向为网络存储、软件工程;钟静 讲师,主要研究方向为网格计算,神经网络;鄢沛 实验师,主要研究方向为 Web Services。

用户认证和审核,在认证审核通过后,控制指令在两个通道中进行传输并控制两端的 GridFTP Server 进行各种操作。GridFTP Server 兼备了服务器和客户端的功能,根据接收到的客户端指令,可以随时自主地在服务器产生数据通道,并根据客户端的参数将其性能设置好。GridFTP Server 既可以是主动的(Active),也可以是被动的,主动的 Server 主动将数据传输通过数据通道传送到被动的 Server 中,数据在两个 Server 之间的数据通道中传输。

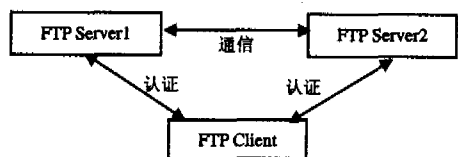


图 1

三方数据传输体系结构的优点,一是任何一个用户或应用可以从网格系统中任意节点发出请求实现特定两个节点之间的数据传输,在此基础上不仅可以建立复杂的数据共享关系,还可以建立复杂的数据流程,实现复杂的数据驱动。二是可以在网格环境下创建新的安全机制,把身份认证的工作由除了通信双方以外的第三方完成,建立符合人类社会习惯的安全体系。

3.2 客户端软件设计

GridFTP 客户端即是三方控制数据传输的控制端,控制端可以集成实现多种操作和设置参数,其软件功能及流程设计如图 2 所示^[3]。基本思路是,通过创建一个 GridFTPClient 类的实例来实现连接,然后调用这个类的 authenticate() 方法实现认证,接着设置 TCP 缓冲、设置并行流数。使用 GridFTPClient.setTCPBufferSize() 设置主机的 TCP 缓冲的大小;使用 GridFTPClient.setLocalTCPBufferSize() 设置本地客户机 TCP 缓冲的大小;使用 client.setOptions(new RetrieveOptions(n)) 设置并行流数 n。然后选择传输模式,包括三方控制模式、C/S 模式,两种模式下又都具有并行和条状数据传输功能,选择其中的一种或同时使用两种方式进行数据传输,数据传输完毕则断开和 GridFTP 服务器的连接。

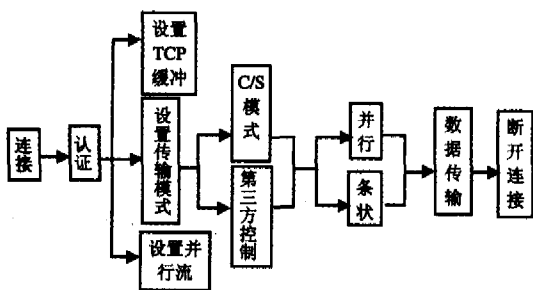


图 2

我们用 Jbuilder 开发了 GridFTP 客户端控制软件,包含:文件(站点管理器、新建连接、断开连接、退出)、编辑(剪切、复制、粘贴、查找)、命令(第三方控制传输、并行传输、条状传输)、传输设置(传输方式、TCP 缓冲、并行流)等功能。此外还设有“服务器连接”和“文件传输”两个控制面板,用于设置端口号,建立连接,并显示源和目标两地文件列表。

4 基于 GridFTP 的数据传输实现

4.1 安全认证实现

安全认证是 GridFTP 数据传输中非常重要的一个环节,

它基于 GSI 采用证书认证方式,其流程如图 3 所示。用户和服务节点分别向 CA 中心发送认证请求,然后分别从 CA 中心获得用户证书和主机证书。在用户节点上,就可以利用获得的用户证书建立用户代理。在服务节点上,利用主机证书开启服务容器,同时也启动了 gatekeeper。gatekeeper 就像是服务节点的看门人,外界与服务节点进行认证或者提交任务都必须通过 gatekeeper。

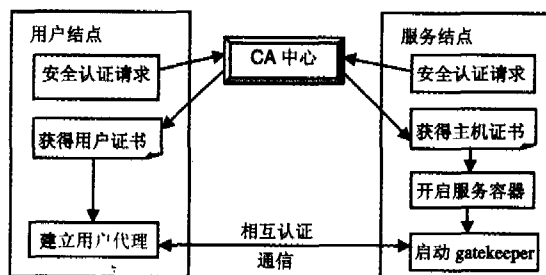


图 3

实现中首先通过 CA 中心获得授权的证书,再用 grid-proxy-init 建立证书代理,在/tmp/下自动生成证书文件,然后通过程序调用这个证书文件来实现客户端和 FTP Server 之间的认证。实现认证的主要代码如下:

```

globusCred = new GlobusCredential(sCert); //创建 GlobusCredential 证书
cred = new GlobusGSSCredentialImpl(globusCred, GSSCredential.DEFAULT_LIFETIME); //把 GlobusCredential 证书转换为 GSS 证书
client = new GridFTPClient(host, port); //创建 GridFTPClient 实例
client.authenticate(cred); //认证
    
```

4.2 数据传输实现

如前所述,基于 GridFTP 的数据传输,既可以采取 C/S 传输模式,也可以采取三方控制传输模式。在任一种模式下,又可以选取并行或条状等数据传输形式。下面以三方控制数据传输为例,给出客户端控制实现^[3]。

4.2.1 数据传输的过程

- ① 创建一个 GridFTPClient 实例,代表 FTP Server1 的接口,建立起控制通道;
- ② 创建另一个 GridFTPClient 实例,代表 FTP Server2 的接口,建立起控制通道;
- ③ 与两个 Server 进行用户认证;
- ④ 设置数据通道的传输模式为三方控制;
- ⑤ 设置数据的传输类型(并行、条状)(可选);
- ⑥ 使用 setActive() 和 setPassive() 设置主动模式和被动模式,不妨设 FTP Server1 为主动模式 FTP Server2 为被动模式;
- ⑦ 调用 GridFTP 类的 extendedTransfer() 方法实现两个 Server 的数据传输;

- ⑧ 关闭客户机与两台 Server 的连接。

4.2.2 客户端实现

CoG Kits (Commodity Grid Toolkits) 是 GT3 推出后, Globus 推出的用于 GridFTP 客户端开发的工具, Org. globus. ftp (以下简称 Ftp 包) 是 CoG Kits (Commodity Grid Toolkits) 中的一个用于开发 GridFTP 客户端的工具包,它为 FTP 和 GridFTP 提供了一个底层接口,暴露出 GridFTP 协议的特征,使用者能够充分利用它从事开发工作。我们采用 CoG Kit 开发了客户端接口,它能方便安全地控制两个 Grid-

(下转第 155 页)

结束语 本文论述了 C/S 结构数据库管理系统中恢复技术实现所遇到的难点,以及它与传统数据库所存在的差别;对 C/S 结构 DBMS 进行了详细的分类,并讨论了不同结构的优劣;分析并研究了 C/S 结构数据库中所面临的重大问题之一是并发控制和缓存一致性;最后介绍了几种恢复策略。

纵观近 10 年来对 C/S 结构数据库的恢复和并发控制的相关研究,发现主要工作还是基于数据页的,而基于索引的相关研究还比较少。下一步的工作就是研究基于索引的缓存一致与并发控制算法,将现有集中式系统的相关算法扩展到 C/S 结构。随着客户机和服务器性能的增强,适当增加并发控制和恢复的复杂性来换取执行性能是可行的(例如结构和控制的自适应扩展^[11])。针对现在 P2P 技术的充分发展,考虑是否可以将 P2P 技术应用到缓存算法的改进中。

参 考 文 献

- 1 Adya A, Gruber R, Liskov B, et al. Efficient optimistic concurrency control using loosely synchronized clocks. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1995. 23~34
- 2 Carey M, Franklin M, Livny M, et al. Data caching tradeoffs in client-server DBMS architectures. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1991. 357~366
- 3 Carey M, Franklin M, Zaharioudakis M. Fine grained sharing in a page server OODBMS. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1994. 359~370
- 4 DeWitt D, Futersack P, Maier D, et al. A study of three alternative workstation-server architectures for OODBMS. In: Proc. 16th International Conference on Very Large Data Bases, 1990. 107~121
- 5 Franklin M, Carey M, Livny M. Global memory management in client-server DBMS. In: Proc. 16th International Conference on

- Very Large Data Bases, 1992. 596~609
- 6 Franklin M, Carey M, Livny M. Transactional client-server cache consistency: Alternatives and performance. ACM Transactions on Database Systems, 1997, 22(3): 315~363
- 7 Franklin M, Zwilling M, Tan C, et al. Crash recovery in client-server EXODUS. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1992. 165~174
- 8 Mohan C, Haderle D, Lindsay B, et al. ARIES: A transaction recovery method supporting fine-granularity locking and partial roll-backs using write-ahead logging. ACM Transactions on Database Systems, 1992, 17(1): 94~162
- 9 Mohan C, Narang I. ARIES/CSA: A method for database recovery in client-server architectures. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1994. 55~66
- 10 Ozsu M T, Voruganti K, Unrau R. An asynchronous avoidance-based cache consistency algorithm for client caching DBMSs. In: Proc. 24th International Conference on Very Large Data Bases, 1998. 440~451
- 11 Voruganti K, Ozsu M T, Unrau R. An adaptive hybrid server architecture for client caching ODBMSs. In: Proc. 25th International Conference on Very Large Data Bases, 1999. 150~161
- 12 Wang Y, Rowe L. Cache consistency and concurrency control in a client/server DBMS architecture. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1991. 367~376
- 13 White S, DeWitt D. Implementing crash recovery in quickStore: A performance study. In: Proc. ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, 1995. 187~198
- 14 Bernstein PA, Hadzilacos V, Goodman N. Concurrency control and recovery in database systems. Reading, Mass: Addison-Wesley, 1987
- 15 Panagos E, Biliris A. Synchronization and recovery in a client-server storage system. AT&T Research, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, NJ 07974, USA, 1996

(上接第 147 页)

FTP Server 交换数据^[4,5]。客户端三方控制数据传输的主要代码片段如下:

```
public void thtransfer(String host1,
    int port1,
    String sourceFile,
    String host2,
    int port2,
    String destFile,
    GSSCredential cred,
    int parallelism
){
    try {
        GridFTPClient source = new GridFTPClient(host1, port1); //
与 host1 建立连接
        GridFTPClient dest = new GridFTPClient(host2, port2); // 与
host2 建立连接
        setParams(dest, cred); //调用自定义函数 setParams()设置被
动模式
        setParams(source, cred); //调用自定义函数 setParams()设置
主动模式
        source.setOptions(new RetrieveOptions(parallelism)); //设置
并行性
        long size = source.getSize(sourceFile);
        HostPortList hpl = dest.setStripedPassive(); //设置条状传输
source.setStripedActive(hpl);
        source.extendedTransfer(sourceFile, dest, destFile, null); //调
用 GridFTPClient 的传输函数
    } catch (Exception e)
    {
        e.printStackTrace();
    }
}

private void setParams(GridFTPClient client, GSSCredential cred)
throws Exception{
    client.authenticate(cred); //进行安全认证
    client.setProtectionBufferSize(16384); //设置保护缓冲
client.setType(GridFTPSession.TYPE_IMAGE); //设置传输
类型为 IMAGE
```

```
client.setMode(GridFTPSession.MODE_EBLOCK); //设置主
机模式为扩展模式
}
```

结论 GridFTP 是 Globus 网格计算环境中数据管理的一个重要服务,它是一个通用的数据传输协议,提供数据在广域环境中安全、可靠、有效地传输功能。实际上 GridFTP 由许多下一层的子协议组成,子协议不断扩充诸如双向数据传输、管道指令、统一的 Web 服务接口、数据预约和空间锁定、精确的传输时间估计等新的功能。在我们的课题研究,成功地开发了客户端控制软件,在局域网(校园网)中实现了 C/S 和三方控制两种模式下的多种形式的传输。下一步工作中将研究应用 GridFTP 的新功能,研究网格数据管理中的复制管理服务。

参 考 文 献

- 1 Globus 官方网. GridFTP 的白皮书[EB/OL]. <http://www-fp.globus.org/datagrid/deliverables/C2WPdraft3.pdf>
- 2 徐志伟,冯百明,李伟. 网格计算技术[M]. 北京:电子工业出版社,2004
- 3 Globus 官方网. Java GridFTP client-programmer guide [EB/OL]. <http://www-unix.globus.org/cog/jftp/guide.html>
- 4 Silva V. Transferring files with GridFTP [EB/OL]. <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/gr-ftp/index.html>
- 5 陈东锋,杨寿保,冯征,郭磊涛. 基于 Globus 的邮件系统 Gmail 的设计[EB/OL]. <http://www.chinagrid.net/grid/paperppt/USTC/gmail.pdf>