

基于曙光 3000 并行机的远程文件浏览器*

陈志辉¹, 安虹¹, 余华²

¹(中国科学技术大学 计算机科学与技术系,安徽 合肥 230027);

²(复旦大学 计算机科学与技术系,上海 200433)

E-mail: zhchen@mail.ustc.edu.cn; han@ustc.edu.cn; auhyu@263.net

http://www.nhpcc.ustc.edu.cn

摘要: 介绍了为曙光 3000 并行机开发的基于 Java/CORBA 的远程文件浏览器 RFB(remote file browser)的设计与实现.在传统的并行机上,用户通过命令行接口对文件系统进行组织和管理,这给用户带来了诸多的不便.为此,设计并实现了一个具有图形用户界面的文件浏览器以支持用户对并行机文件系统的访问.RFB 采用客户/服务器模式,实现了图形用户界面和对文件系统访问的分离.图形用户界面的实现采用 Java 语言及其图形工具包 Swing,从而具有平台独立的特点,而客户/服务器之间的通信则采用当今流行的 CORBA 中间件技术.RFB 支持通过局域网和广域网远程访问并行机上的文件系统,并屏蔽了客户平台的差异和并行机地理位置上的差异,因而大大提高了并行机的好用性.

关键词: 好用性;Java;CORBA;Web

中图法分类号: TP393 **文献标识码:** A

当大规模并行系统的应用领域还局限在“巨大挑战”性问题的时候,性能和功能是最主要的追求目标,环境和工具的好用性则退而求其次了.长期以来,高性能并行机使用困难一直是用户普遍抱怨的缺点.在大多数的并行和分布计算系统上至今还没有功能完整的开发和使用环境,高性能并行机上真正有用的工具还很少,并且大都采用难懂、难记的文本界面.B.Buhlmann 和 H.Bieri 深入研究了访问超级计算机的传统方法所存在的弱点,从降低高性能计算机用户培训代价的角度,提出了用户友好的超级计算机访问界面的基本需求^[1].为了解决并行机难用的问题,我们在国家 863 项目的支持下,以曙光 3000 超级计算机为目标系统地研制、开发了其客户端的用户环境 DUET(dawning user-side-integrated environment and tools).

DUET 的设计目标是解决并行计算机的“好用性(usability)”问题,使用户通过 Web 浏览器就像访问自己的桌面系统一样,在图形的用户界面下访问远程的超级计算机,用户只需要与惟一的系统名打交道.DUET 计划做成功能完整的扩展并行机系统的用户使用环境,在客户端的图形界面系统内集成支持并行应用软件开发和使用全过程的工具,提供有效的联机帮助和辅助教学培训功能,降低用户使用并行机的复杂度,提高并行机系统的使用效率,增强并行软件的好用性和互操作性.

本文介绍了 DUET 中集成的一个访问并行机文件系统的工具——远程文件浏览器 RFB(remote file browser)的设计与实现.第 1 节介绍了 RFB 的基本设计思想.第 2 节简介 RFB 关键的实现技术.第 3 节详细介绍 RFB 的实现方法.第 4 节分析 RFB 的性能.最后,对全文进行了总结,提出了 RFB 下一步的开发计划.

* 收稿日期: 2000-07-17; 修改日期: 2000-12-05

基金项目: 国家 863 高科技发展计划资助项目(863-306-ZD07-02-3);中国科学技术大学青年科学基金资助项目(KA1109);中国科学院高水平大学建设资助项目(KY2706)

作者简介: 陈志辉(1976 -),男,江西泰和人,博士生,主要研究领域为高性能网络,分布式系统;安虹(1963 -),女,江山东胶州人,博士后,副教授,主要研究领域为计算机体系结构,高性能计算;余华(1979 -),女,江西波阳人,硕士生,主要研究领域为计算机网络,移动 IP.

1 基本设计思想

曙光 3000 超级计算机采用了机群技术,单节点提供完全的工作站 UNIX 操作系统功能,这为我们在客户端建立图形界面的用户环境提供了必要的系统支持.在 UNIX 操作系统中,shell 程序在用户和系统之间起到了一个交互平台的作用.当用户通过 telnet 登录到一台曙光并行机上时,他(她)就通过 shell 与系统进行交互.shell 的任务是对用户在命令行输入的命令进行解释并执行.在 shell 中,对文件系统的组织和管理以及编辑文本文件等操作是最常用到的,但都是采用命令行接口的方式,这种交互方式增加了许多初级用户学习和使用 UNIX 的难度.而基于图形界面的文件浏览器则给用户提供了许多方便,用户只需要通过鼠标的点击和拖动就可以完成对文件系统的组织和管理.所以我们考虑开发一个客户/服务器模型并具有图形界面的文件浏览器,在服务器端对 shell 中与文件有关的命令进行对象包装,并提供一个对外的接口.客户端可以通过这个接口,向该对象发出请求.对象在接收到请求后,执行相应的 shell 命令,把结果返回给客户,并由客户负责显示在图形界面里.

2 关键的实现技术

2.1 JAVA语言和SWING图形工具包

为了使 RFB 的客户端具有平台独立性,使得其可以在当前大部分主流的平台(包括 PCs,MACs 和 UNIXs 等平台)上运行,我们采用了 Java 语言来实现.因为用 Java 语言写的应用具有跨平台的特性,并且 Java 小程序可以直接在 Web 浏览器里执行.这样,用户无须安装任何客户端软件就可以直接在 Web 浏览器里对远程并行机上的文件系统组织和管理.

Java 语言是 Sun 公司开发的一种简单的、面向对象的、解释性的编程语言,具有分布、跨平台、可移植、高性能、多线程等特点^[2].使用 Java 语言在一种平台上编写的程序可以直接在另外一种平台上运行,而无须作任何修改和重新编译.

Swing 是在 Java 最初开发的界面设计工具包 AWT(abstract windows tools)的基础上建立起来的^[3],提供了用来代替 AWT 重量组件的轻量组件,同时还包括了一个令人印象深刻的、用于实现包含插入式界面风格等特性的图形用户界面的下层构件,从而使 Swing 组件在不同的平台上都能保持组件的界面样式特性.

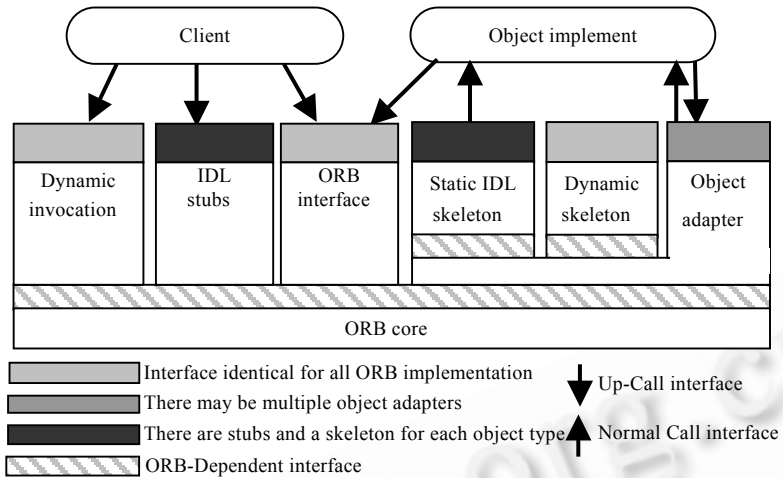
2.2 CORBA

客户和服务端之间的通信,采用当今流行的 CORBA 中间件技术,这样可以大大提高系统的可扩展性.CORBA(common object request broker architecture)是 OMG(object management group)制定的面向对象分布式应用的一种规范^[4].基于 CORBA 的应用可以看做是一组 CORBA 对象的集合.每个 CORBA 对象都有一个接口,用以表示这个对象中可以被远程激发的操作.对象接口使用接口定义语言 IDL(interface definition language)来描述.

在如图 1 所示的 CORBA 的体系结构中,当客户(client)要激发远程对象的一个操作时,即以客户端的 IDL 桩(IDL stub)为代理,把执行该操作的请求与参数发送给对象请求代理 ORB(object request broker),ORB 则通过对象适配器(object adapter)和服务端端的 IDL 骨架(IDL skeleton),激发对象执行该操作,并把其返回值送给客户,客户端的 IDL 桩和服务端端的 IDL 骨架都由 IDL 编译器自动生成.

3 实现方法

目前,绝大多数系统平台上都配有内置 Java 解释器的 Web 浏览器软件.RFB 采用了 Java 编程语言与 CORBA 技术相结合的方式,来实现具有图形界面的远程文件浏览器.Java 语言和 Swing 满足了 RFB 可移植性和可视化的要求;CORBA 技术则实现了客户与远程并行机的无缝连接,在服务器端实现了对相关 shell 命令的对象化包装,并提供了一致的对外接口,使得客户可以远程激发这些命令.RFB 的组成可以分成 3 个部分:接口定义、服务器端实现和客户端实现.下面分别介绍这 3 个部分.



客户, 对象实现, 动态调用, IDL 客户桩, ORB 接口, IDL 静态骨架, 动态骨架, 对象适配器, ORB 核心.

Fig.1 CORBA architecture
图 1 CORBA 体系结构

3.1 接口定义

在 RFB 的接口定义中,首先定义了一个登录接口,用于建立客户和服务端之间的连接.其定义如下:

```
interface DuetLogin {
    DuetFS userLogin (in string username,in string password); //对用户身份进行验证
}
```

其次,服务器端提供了可供远程调用的所有与文件系统相关的操作.这些操作又分成两类,一类是对文件进行常规的操作,包括改变文件的权限(chmod)、改变文件的所有者(chown)、改变文件所在的组(chgrp)、建立一个新目录(mkdir)、文件的删除(rmFile)、拷贝(copyFile)、移动和重命名(moveFile)、获取文件属性(getFileAttr)、获取目录内容(getDirStruct)、打开一个文件(openFile)等.其接口定义如下:

```
interface DuetFS {
    ...
    boolean chmod(in string filename, in long filemode);
    //改变文件或目录的权限
    boolean chown(in string filename, in string newowner);
    //改变文件或目录的所有者
    boolean chgrp(in string filename, in string newgroup);
    //改变文件或目录所在的组
    boolean mkDir(in string dirname) raises (DuetFileException);
    //建立一个新的目录
    boolean rmFile(in string dirname) raises (DuetFileException);
    //删除一个文件或者目录
    boolean copyFile(in string filename1, in string filename2) raises (DuetFileException);
    //拷贝一个文件或者目录
    boolean moveFile(in string filename1, in string filename2) raises (DuetFileException);
    //移动一个文件或目录,或者重命名一个文件或目录
    FileAttr getFileAttr(in string filename);
    //获取一个文件或目录的属性
    boolean getDirStruct(in string dirname, out DirStruct dirstruct) raises (DuetFileException);
    //获取一个目录下的文件和子目录列表及其属性
}
```

```

DuetRF openFile(in string filename, in MODE mode) raises (DuetFileException);
//打开一个文件
....
};

```

另一类为文件的读写操作,使得客户可以直接对远程服务器上的文件进行读写操作和关闭一个打开的远程文件.其接口定义如下:

```

interface DuetRF {
    long read (); //读取一个字节
    long long skip(in long long n); //跳过 n 个字节
    boolean readmore(out DuetBuf buf, in long n); //读取 n 个字节
    boolean write(in long b); //写入一个字节
    boolean writemore(in DuetBuf buffer); //写入 n 个字节
    boolean close(); //关闭这个文件
};

```

3.2 服务器端实现

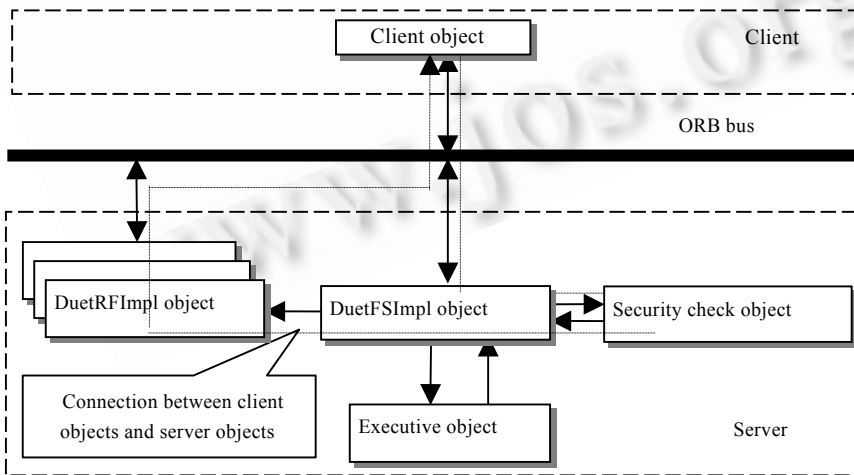
在服务器端,我们创建了上述接口的对象实现,分别是 DuetLoginImpl 对象、DuetFSImpl 对象和 DuetRFImpl 对象.DuetLoginImpl 对象对客户端发出的登录请求进行身份认证,一旦认证通过,就为该客户创建一个 DuetFSImpl 对象并置于 ORB 总线上,并把对该对象的引用返回给客户端.否则,拒绝客户端的登录请求.客户端在获得 DuetFSImpl 对象引用后,就可以直接向该对象发出请求.

在每个 DuetFS 对象中,都内置有一个执行对象和一个安全检查对象.执行对象封装了与文件操作有关的 shell 命令.对于文件的删除、拷贝、移动、重命名、建立一个新目录、改变文件所有者、改变文件组所在的组、改变文件权限等 shell 命令,执行对象产生一个新的进程,执行相应的 shell 命令,并获取执行该命令的输出和返回值.而对于获取目录内容、文件属性等操作,执行对象则直接调用相应的本地方法,不产生新的进程.

一般地,DuetFSImpl 对象在接收到来自客户端的请求后,首先把该请求交给安全检查对象,由安全检查对象验证该用户是否具有执行该请求所需要的权限和参数的合法性,如果验证通过,则把该请求交给执行对象去执行,否则,产生一个异常返回给客户端.从这里可以看出,客户对远程文件系统的操作基本上是在服务器端直接执行的,它只需要发出请求和获取结果就行,这样就大大减少了客户和服务

器之间的通信,提高了操作的可靠性,不会因为网络的中断和客户端的异常退出而导致服务器上文件系统的

不一致.若客户对象(GUI 对象)发出的请求是打开一个文件,则安全检查对象在确认该请求合法后,由 DuetFSImpl 对象创建一个 DuetRFImpl 对象,并把它挂在 ORB 总线上,并向客户对象返回对这个 DuetRFImpl 对象的引用.



客户对象, 客户端, ORB 总线, DuetRF 对象实现, DuetFS 对象实现, 安全检查对象, 客户对象和服务对象的连接过程, 执行对象, 服务器端.

Fig.2 Inter-Operation among objects in RFB
图2 RFB中各对象间的互操作

客户对象在获得这个对象引用后,就可以直接向 DuetRFImpl 对象发送请求,来读取该文件的数据或者写入新的数据.RFB 中各对象间的互操作如图 2 所示.

3.3 客户端实现

客户端主要致力于提供与用户平台风格一致的用户界面.考虑到目前大家都普遍熟悉 Windows 风格,为了使我们的远程文件浏览器具有良好的可理解性与易学习性,我们尽量将 RFB 的界面设计成 Windows 的界面样式,以树的形式显示目录结构,以表格的方式显示每个目录的内容,并具有下拉菜单、弹出菜单和工具条等大家熟悉的窗口元素.用户使用这些窗口元素和鼠标,就可以通过 CORBA 中间件与服务器端进行交互,发出请求,从而实现对服务器上的文件系统进行文件的删除、拷贝、移动、重命名以及改变文件权限等操作.同时,在客户端还内置有一个文本文件编辑器,使得用户可以直接编辑远程服务器上的文本文件.图 3 是 RFB 客户端的图形用户界面,用户首先进入一个登录界面,登录成功后,即进入 DUET 环境的主界面,通过点击主界面上的远程文件浏览器这个按钮,就进入 RFB 的使用界面.



Fig.3 GUI of remote file browser
图 3 RFB 客户端的图形用户界面

3.4 当前的实现环境和开发工具

在 RFB 当前的实现中,CORBA 中间件采用了 Inprise 公司的 visibroker,这个中间件是实现 OMG 制定的 CORBA 规范的业界领先产品,具有效率高、健壮、高可靠性等特点^[5],并且被集成在 Netscape 浏览器里.服务器端的实现是在曙光 2000 机器上(曙光 2000 具有和曙光 3000 相同的体系结构)进行的,其操作系统为 AIX4.3.客户端的开发采用了 JBuilder3.0 和 Swing1.1,并在 JDK1.1.6 下编译通过,可运行于各种支持 Java1.1 以上的平台和 Web 浏览器中.

4 性能分析

由于 RFB 是按客户/服务器模式来开发的,比较耗时间和内存的图形界面都在客户端运行(在 Windows2000 下,用 jdk1.1.6 启动一个 RFB 客户端需要 12.5M 的内存空间,若用 jdk1.2.2 启动 RFB 客户端需要 20M 内存空间),使服务器端从耗时间和内存的图形界面中解脱出来.服务器只是用来实现对文件系统的访问,并且服务进程只有一个,不需要为每个连接建立一个服务进程的拷贝,从而可以大大减轻曙光机器的负担(用 jdk1.1.6 启动 RFB 服务器耗用的内存空间为 8M).

文件的拷贝、删除、移动等操作完全在服务器上执行,服务器只需返回一个表示执行该操作是成功还是失败的布尔值,从而在执行这类操作时,客户和服务器之间的通信量非常小,基本上可以忽略不计.而在读取一个目录或文件的内容时,客户和服务器之间的传输量是与该文件或目录的大小成比例的.表 1 是读取目录内容的网络传输性能的测试数据.

Table 1 Test data of the net transfer performance to read directory content

表 1 读取目录内容的网络传输性能的测试数据

Directory	Number of files	Transfer bytes	Transfer time (ms)	Sorting time (ms)	Response time (ms)
/	47	2 242	50	0	50
/data2	5	302	0	0	0
/data2/home	80	4 440	90	30	160
/data2/home/zhchen	59	2 834	80	20	110
/bin	421	22 384	600	200	930

目录, 文件个数, 传输的字节数, 传输时间, 排序时间, 响应时间.

注:用于测试的服务器和客户机使用 100M 的网卡,通过 100M 的交换机互连.表 1 的测试值为 3 次测试后的平均结果.其中,传输字节数为执行用户请求后得到的返回结果所包含的字节数,传输时间为用户发出请求到得到其返回结果所用的时间,包括了在服务器上执行操作的时间,排序时间为用户得到返回结果后按文件名进

行排序的时间,响应时间为用户发出请求到屏幕上显示结果的时间,基本为传输时间与排序时间之和。

5 结束语

过去,并行机的使用方式主要采用文本的命令行界面,用户依靠远程登录(telnet)通过模拟终端来使用并行机,这种模拟终端都是文本方式的。

印度先进计算开发中心(Centre for Development of Advanced Computing)的 Rajkumar 和 Latha R 基于 Java AWT 实现了平台独立的本地 Unix 文件和进程管理工具^[6],但不支持用户远程使用,当多用户使用,系统开销太大.文献[7]中提出的各种远程解决方案大都是基于 Web 浏览器的,通过在浏览器中嵌入 Java GUI 小程序(applets)实现用户与远程并行机的交互,系统的体系结构均为 3 层的客户/服务模型.其中大多数工作是就事(某一种应用需求)论事(如何实现远程应用)的,只有文献[8]直接采用了 CORBA 提供的方案。

RFB 实现了对远程并行机上文件系统的透明访问,使用 RFB 的方式与使用 PC/Windows 上的文件浏览器基本相同.通过将 RFB 的客户端 Java GUI 小程序集成到用户平台上的 Web 浏览器中,使 RFB 与用户平台上的工具融为一体,用户感觉不到平台的差异和并行机地理位置上的差异,大大提高了并行机的好用性.RFB 目前还没有支持鼠标的拖动功能,我们下一步的工作将加入这一功能,并将进一步加强文本文件编辑器的功能,使之可以对特定文件如 C 文件、Java 文件、MPI、PVM 等并行程序文件进行词法检查。

RFB 的实现较好地验证了为超级计算机在客户端提供支持远程使用的图形用户界面的可行性,让我们看到了未来超级计算机的使用方式将在新技术的支持下发生根本的变化。

References:

- [1] Buhlmann, B., Bieri, H. Supercomputing at the desktop: an improved interface using Internet facilities. In: Sloot, P., *et al.*, eds. Proceedings of the High-Performance Computing and Networking International Conference and Exhibition (HPCN Europe 1998). LNCS 1401, Berlin: Springer-Verlag, 1998. 526~534.
- [2] Sun Microsystems. Java Language—a White Paper. Sun Microsystems Computer Company, 1996.
- [3] Geary, D.M. Translated by Li, Jian-shen, Jiang, Xin-jun, Gong, Yao-guan. Graphic Java 2 Mastering the JFC Volume II: Swing. 3rd ed. Beijing: China Machine Press, 2000 (in Chinese).
- [4] Otte, R., Patri, P., Roy, M. Translated by Li, Shi-xian. Understanding CORBA: the Common Object Request Broker Architecture. Beijing: Tsinghua University Press, 1999 (in Chinese).
- [5] Borland Home. Visibroker. <http://www.inprise.com/visibroker/>.
- [6] Rajkumar, Latha, R. GUI based shell commander in Java. In: Vasagam, R.M., Agrawal, D.P., *et al.*, eds. Proceedings of the 5th International Conference on Advanced Computing (ADCOMP'97). Madras, India: Tata McGraw Hill Publications, 1997.
- [7] Chattratichat, J., *et al.* A software architecture for deploying high performance solution on the Internet. In: Sloot, P., *et al.*, eds. Proceedings of the High-Performance Computing and Networking International Conference and Exhibition (HPCN Europe 1998). LNCS 1401, Berlin: Springer-Verlag, 1998. 545~555.
- [8] Beaugendre, P., Priol, T. A client/server approach for HPC applications within a networking environment. In: Sloot, P., *et al.*, eds. Proceedings of the High-Performance Computing and Networking International Conference and Exhibition (HPCN Europe 1998). LNCS 1401, Berlin: Springer-Verlag, 1998. 518~525.

附中文参考文献:

- [3] Geary, D.M. 著,李建森,蒋欣军,龚尧堯,等译. Java 2 图形设计卷 : SWING. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] Otte, R., Patrick, P., Roy, M. 著,李师贤译. CORBA 教程:公共对象请求代理体系结构. 北京:清华大学出版社,1999.

Remote File Browser Based on Dawning 3000 Parallel Machine*

CHEN Zhi-hui¹, AN Hong¹, YU Hua²

¹(Department of Computer Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China);

²(Department of Computer Science and Technology, Fudan University, Shanghai 200433, China)

E-mail: zhchen@mail.ustc.edu.cn; han@ustc.edu.cn; auhyu@263.net

<http://www.nhpcc.ustc.edu.cn>

Abstract: The design and implementation of the remote file browser (RFB) based on Java/CORBA is introduced in this paper, which is developed for Dawning3000 parallel machine. On traditional parallel machines, users organize and manage the file system through command line interface, which makes users feel very inconvenient. To solve this problem, a GUI-based file browser is implemented to support the access to the file system of parallel machines. The RFB employs client/server mode, and separates GUI from the implementation of the access to the file system. Here, GUI is implemented with Java language and Java GUI Swing package, which make it platform-independent, and communication between client and server is implemented with currently prevalent CORBA middleware. The RFB supports remote access to the file system of parallel machines within both local area network and wide area network, and hides the difference of client platform and location of parallel machines, which highly improves the usability of parallel machines.

Key words: usability; Java; CORBA; Web

* Received July 17, 2000; accepted December 5, 2000

Supported by the National High Technology Development 863 Program of China under Grant No.863-306-ZD07-02-3; the Youth Foundation of University of Science and Technology of China under Grant No.KA1109; the Project of High-Level University of the Chinese Academy of Sciences under Grant No.KY2706

首届计算机图形学与空间信息系统应用 2002 年国际学术会议

征文通知

由中国国家自然科学基金委员会、中国科学院地理科学与资源研究所、北京大学、浙江大学、国家遥感中心农业应用部、中国农学会计算机农业应用分会、中国自动化学会计算机图形学及辅助设计专业委员会联合组织“首届计算机图形学与空间信息系统应用”2002 年国际学术会议将于 2002 年 8 月 6~9 日在北京召开。本次会议是首次技术学科与应用学科同台交流,是一个多学科综合交流的国际学术会议。其目的是让应用学科走技术学科研究成果的捷径,跨越前沿,高水平的发展。技术学科从应用研究需求探索新的技术与方法研究。让这样的会议成为我国高新技术发展与运用紧跟或超世界水平的有利措施。会议将评选优秀论文在相关国家一级刊物发表。并同时设有会议成果展览。详细情况请查看会议网页:<http://www.cgconference2002.com>。

联系方式:

陈宝雯: 电话: 010-64889810; 010-64877339

传真: 010-64854230

E-mail: bwchen@cgconference2002.com; bwchen@cern.ac.cn

丛升日: 北京大学计算机系(100871)

电话: 01062754939

传真: 01062754939

E-mail: srcong@263.net