

# 一个计算机网络信息系统的设计

陈致明 姚家亮 陈立云 桑林 (军械工程学院)

**摘要:**计算机网络信息系统是计算机网络技术、数据库技术和管理信息技术的综合应用,本文基于校园网络信息系统,论述了网络系统设计、信息系统设计,及实现层次型分布式数据库的数据一致性设计,并给出了网络性能分析。

随着计算机网络技术和信息处理技术的发展,在高等院校中建设计算机网络信息系统(简称 CNIS),实现信息资源和硬件资源的共享,是提高高等院校教学科研水平并向科学管理过渡的需要。

## 1. 网络信息系统的总体逻辑结构

学院计算机网络信息系统是管理信息系统和计算机网络技术的综合,从层次上可分为三层:

第一层属于管理软件系统的范畴,由领导决策层、控制管理层、事务操作层三个层次组成,包括决策支持系统(DDS)、管理信息系统(MIS)和办公自动化系统(OA)。

第二层为数据库系统,包含关系数据库管理系统(RDBMS)和数据库(DB)。本层是系统共享的信息资源。

第三层为计算机网络系统,包含计算机(C)、通信技术(COM)和网络系统(NET)。本层是系统共享的硬件资源。

按“独立性、相关性、整体性”的分系统和子系统的划分原则,整个网络系统又划分为学院管理信息系统、图书情报检索系统、教学支持系统和科研支持系统。

教学、科研、图书情报资料各分系统分别支持教学、科研和图书情报检索工作。学院管理信息系统按管理业务又分为训练支持系统、政工支持系统、后勤支持系统、行政支持系统。满足了信息处理高度集中、高度共享、较低的冗余和较少的传输量的要求。

## 2. 网络系统设计

(1)网络系统配置。在网络系统的建设中,我们充分考虑了网络系统的先进性、成熟性、安全性、可扩充性和标准化。DECnet 网络操作系统是美国 DEC 公司的不同系列计算机联网,也适应与其它公司的异型机联网,而

且我院引进的基于 DEC 公司 VAX-3200 机群系统作中心计算机,以 DECnet, Ethernet 为网络操作系统。通过粗同轴电缆与图书情报检索系统联网;通过光缆和光端机与院办公楼的教学支持系统、科研支持系统和学院管理信息系统联网,以提高网络系统的抗雷电干扰性能;而在院办公楼内,通过多口中继器 3C588 和细同轴电缆与相应的处室联网。其网络拓扑结构示于图 1。今后,随着校园网 II 期工程的进展,校园网还将通过路由器和公共数据网或 DDN 网与全军和国家教育科研网(CERNET)相连接,并进而与 Internet 国际网相连,提供更广泛的信息服务。

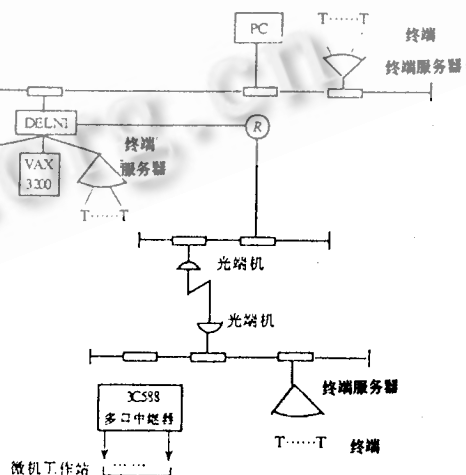


图 1 网络拓扑结构图

(2)网络系统设计。在学院计算机网络系统的设计中,我们考虑了如下一些技术问题。

网络的拓扑结构。就我院的具体情况看,各部、系的地理分布相对比较集中,适合建立一个高速的局域网。

因此,学院网络的拓扑结构采用总线型结构,以 VAX3200 机群系统作为中心计算机选用 DECnet、Ethernet 协议,将微型计算机、终端和其他局域网组成学院计算机网络系统。

数据的共享和一致性。根据总体设计,网络系统在中心计算机上设置共享的综合数据库,在各节点微机上设置基础数据库。综合数据库存放共享信息、暂时的中间信息和大量的历史数据,基础库存放当前各节点机业务处理所需的数据,综合数据库中共享信息是各基础库内容的映象。为了满足网络数据传输、数据共享的需要,在数据结构的描述上,要确保各基础库中相关信息的数据一致性。考虑到原代码的兼容,我们采用了在原有代码的基础上,附加各业务代码的标识,来保证全网的代码统一。

安全性对于网络系统具有重要意义。在设计中我们采用了访问控制、加密、多级安全等手段,包括对用户设置口令,对用户进行授权,对文件访问进行控制,对数据库文件采用多级加密等措施,从而保证系统的安全性。

网络建设是一个渐进的过程,因此必须考虑它的可扩展性,这包括两方面的内容:一是功能的扩展,即网络能不断容纳新的技术,不断改进性能,在保证用户接口长期连续性的同时,提供更多的功能;另一方面是规模的扩展,即根据需要随时纳入新的子系统、新的节点机、新的数据库。

### 3. 信息系统设计

(1)数据库设计。从学院网络信息管理系统对数据库的要求和数据库系统的发展方向来看,学院网络数据库系统采用层次型分布数据库技术。在 VAX 3200 机群系统上建立综合库,各微机节点上建立基础库。VAX3200 上使用 ORACLE 关系数据库管理系统,微型机上使用 dBASEIII 或 ORACLE 系统。

在数据的存储方式上,主要采用纵向分段存储。各处节点上存放与各处业务相关的基础库中相应的一组属性,VAX 机群系统上的综合库则存放全局关系中具有共享关系的那些属性。这种存储关系有如下四个特点:

- 每组数据至多有两个副本。
- 各节点对其它节点数据的查询可变换为对综合库的查询。
- 各节点的日常业务处理利用本地数据库即可完

成。

• 综合库中的数据只可被该数据库所隶属的节点修改,对于其它节点最多为只读访问(查询)。

(2)管理信息系统设计。院网管理信息系统,在总体层次结构上,是建立在数据库系统的信息资源和计算机网络系统的硬件资源上的“管理信息系统+数据库系统+计算机网络系统”三层体系结构的系统工程;在总体业务范围上,主要是一个综合管理信息系统;在全局管理决策上,是具有完善的管理制度,畅通的管理指令通道,高效能的决策指挥体系的全面管理信息系统。

院网系统按各业务部门的职能,可以划分为若干分系统,每一分系统又可由若干子系统组成,如训练部分系统即由部办子系统,教务子系统,教保子系统,装备子系统,函授子系统等组成。

整个系统在设计、组建、编程、调试、正常运行后,能够实现如下功能过程:

学院以上、以外的部门作为系统的上方界面。

学院各部、处等子系统是系统下方界面。下界把各自按系统要求准备好的数据送入微机,并进行相应的录入、归并、汇总、处理、存储、更新等操作。

各子系统定时启动各自内部不同的管理子系统和模块,进行日常业务的登录、维护、处理等工作。当需要其它业务部门的信息时,可按授权范围向计算中心 VAX-3200 机群系统上的共享数据库查询。各个子系统在作好自己的日常运行之后,及时地把其它系统所需的数据送到共享数据库。

在系统设计中,我们遵循软件工程思想,采用结构化分析和结构化设计方法,将整个系统设计成由相对独立,功能单一的模块组成的结构。由于模块的相对独立性,它们可以独立地理解、编写、测试和维护,也由于模块的相对独立性,可以有效地阻止软件错误的蔓延,从而提高系统的可靠性。

在总体层次上,学院网络管理系统由中心计算机上运行的主模块联结。主控部分采用 ORACLE 关系数据库系统,它负责共享数据库的管理和使用,节点机与中心机间的通讯。各子系统分别设计各自的主控及业务处理模块,节点机上采用 dBASEIII 或 ORACLE 数据库系统。这样,就构成了一个完整的树状模块层次结构。

### 4. 数据一致性设计

(1)数据一致性。在 CNIS 系统中,采用了层次型分布式数据库。各节点机基础数据库使用已开发的 dBASE III 或 ORACLE 数据库,中心计算机的综合数据库使用性能优良的 ORACLE 数据库,综合库中存放各节点机需全网共享的信息,实现全网的信息共享。数据首先通过本地系统录入到节点的基础库,然后对需共享的信息再传输到综合库中。在多用户系统中,为实现信息共享,各节点机对基础库进行操作后,必须将变动的信息通过网络及时透明地传输到中心计算机的综合库中去,以确保数据的一致性。因此,数据一致性技术是实现层次型分布式数据库的关键技术。

(2)数据一致性技术的实现。在采用 dBASE 或 Foxbase 的节点机上,首先将 bdf 数据库文件转换成 DAT 文件,然后通过网络传输,将 DAT 文件传输到中心计算机,同时向中心计算机提交一远程任务,激活中心计算机上的 SQL \* LOADER,将 DAT 文件装载到 ORACLE 关系数据库中。

① 数据传输。我们在 VAX3200 机上安装了 DECnet, VAX 4.7 网络软件,当使用 DECnet 进行网络数据传输时,必须给数据打包,形成网络能识别的报文形式,方能在网络上传输。当对方收到报文后,进行一拆包过程,去掉各种控制信息,还原成原报文。

在数据传输时,首先完成一握手系列,该序列将激活 TFAR(透明文件存取),由 TFAR 建立逻辑链路并交换数据存取报文,以便为即将到来的数据操作初始化 DAP 环境(数据存取协议环境)。

当进行数据传输时,要向本地系统的 TFAR 传递远程文件名和存取控制信息以建立数据链路。远程文件名包括:远程文件设备、目录、文件名、扩展名及版本号;存取控制信息包括:用户标识名、口令、用户帐号等。建立数据链路后,节点微机就可向中心计算机发送数据。中心计算机接收数据后再向节点计算机发送数据到达认可,节点微机收到认可后再发送下一批数据,直到所有的数据发送完毕。这时需撤消数据链路,节点微机发出一撤消请求,中心计算机收到该请求后,响应请求并发一撤消链路响应,节点微机收到后撤消链路。

② 数据格式转换。我们在中心计算机上安装了 ORACLE 数据库,ORACLE 所有的数据字典、用户数据都由系统统一管理。但各处、室开发的管理信息系统

程序若是用 dBASE III 编写的,则数据存放在 dBASE III 数据库文件中,所以要将 dBASE III 数据库文件转换成 ORACLE 数据库的表结构。ORACLE 提供了 SQL \* LOADER 实用程序,通过 SQL \* LOADER 可将 DAT 文件装入 ORACLE 数据库中。转换过程如图 2 所示:

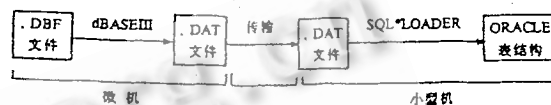


图 2 数据格式转换过程

③ 远程任务提交。在层次型分布式数据库系统中,节点机将自己难以完成的、甚至无法完成的任务提交给中心计算机。在进行 ORACLE 数据装载时,将中心计算机的 SQL \* LOADER 激活,由中心计算机来完成数据装载任务。

在进行远程任务提交前,必须建立逻辑链路,同时使用一定的格式来表示远程任务名及任务说明,整个操作原语如图 3 所示:

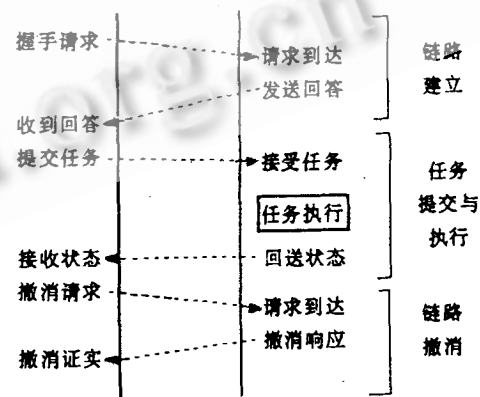


图 3 网络传输过程

### 5.网络性能分析

在网络信息系统运行后,我们利用测量技术,对网络运行情况进行了综合测试和性能分析。

(1)吞吐率。对于以太网,总的吞吐率不会超过以太网电缆传输速率 10Mbps。对学院网络系统的特殊配置

来讲,由于应用系统均建立在 VAX 系统上,因此网络的吞吐率将主要受 VAX 系统的吞吐率的限制。

对于一个节点来说,处理每个报文都需要一定的开销。如果报文都很短,则 CPU 的开销就比较大。此时,CPU 将成为网络系统的瓶颈。如果报文都比较长,物理信道就容易成为瓶颈。此外,磁盘传输速度也对节点的吞吐率有较大的影响。对于文件访问,系统的吞吐率  $T$  可表示为:

$$T=1/\text{MAX}(\text{CPU 消耗、传输、磁盘操作时间})$$

对于我院的 VAX 3200、DELQA/RD 配置,磁盘(RD)操作将成为系统的瓶颈(109 I/OS),使数据最大传输率限制在 1.7Mbps。在实际传输时,由于还要考虑链路的建立时间(1.4-4 秒)及信息的不同长度等因素,使得 VAX 节点吞吐率的典型值在 400-1400Kbps 左右。

在实际使用中,节点微机与 VAX 之间进行文件传输,经实测,其传输率(含链路建立时间)在 7Kbps-240Kbps 之间。因此一台 VAX 系统可同时和多台微型机进行通信。

(2)建链时间。进行一次通信所需要的时间,包括链接时间,传输时间和传输结束后的处理时间。链接时间用于建立到远程节点进程的逻辑链路、打开文件等工作。不同的机器和网络连接类型建立逻辑链路的时间有所不同,在基于

以太网的校园网上,经测试,网络系统的建链时间,一般需 1.4-4 秒。

(3)响应时间。响应时间与网络拓扑有很大关系。对于以太网来说,设备通信时要独占信道,因此网络上连接的设备越多,用户越多,通信出现冲突的机会就越多,平均响应时间就越长。在性能测试中,我们得出了如图 4 所示的用户数目与响应时间的关系。响应时间的延长还与网络用户的开销、CPU 资源紧张所引起的延迟有关。

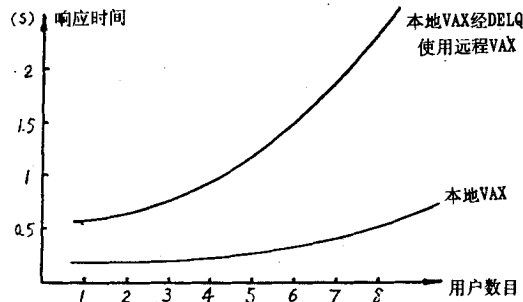


图 4 用户数目与响应时间的关系