

文章编号: 0529-6579 (2001) S-0143-09

基于网络的微机机时和 流量管理系统的设计与实现*

赵敬中, 路丙义

(北京理工大学网络信息中心, 北京 100080)

摘 要: 论述了为满足公共机房内微机管理的需要, 设计并实现了一个机时与流量管理系统。整个系统采用 Client/Server 结构, 可以实现对多个公共机房用户的机时和流量进行统一的、自动化管理。还设计并实现了一个局域网内的 IP 数据包捕获和分析系统, 详细论述了系统开发中应用的一些关键技术, 如 UNIX 操作系统基于流 (STREAM) 的 DLPI (Data Link Provider Interface) 接口等。

关键词: 机时和流量管理, DLPI 和 IP 数据包捕获

中图分类号: TP393.07 **文献标识码:** A

1 系统需求分析和系统功能概述

1.1 公共机房机时和流量的统一管理

学生只要办好一张卡, 即可在全校范围内的任何一个开放机房上机。整个校园内各机房物理上可以分布在学校不同地区。每个机房有几十台甚至上百台微机, 微机对学生自由开放, 学生可以在任何时间上机, 并且可以使用提供的任何资源。各公共机房进行统一管理, 公共机房内所有机器通过 TCP/IP 网络连通, 并通过校园网、CERNET 连通 Internet。

1.2 上、下机登记管理

对学生的上、下机实现全自动化管理, 用户使用微机必须先登录: 学生划卡进机房, 登录子系统进行有效性检查; 当检查合法时, 系统将该用户的划卡信息存入数据库, 并允许用户使用计算机及网络等共享资源; 当检查为非法时, 登录子系统不允许开启 C 盘, 拒绝非法者使用计算机。下机的用户离开机房时, 还要进行划卡, 由管理程序检查其已释放了微机资源后才予以注销。用户入门划卡注册到出门划卡注销所用的时间为上机机时。

1.3 数据库管理

管理人员利用该系统提供的功能可随时了解和掌握全校公共机房的运行状态, 进行必要的管理和调度, 使系统资源得以充分利用。其主要功能有: 可实时监控各节点微机的状态、上机人数、服务器资源使用情况; 可实时查询上机用户的有关信息, 如用户基础信息、注册及上机时间和剩余机时等; 可强行注销某用户; 可以对各个公共机房管理用的各个基础信息表进行增加、删除、修改、查询等维护操作, 保证数据的完整性和一致性。

上机用户所用的资源 (机时、流量) 是由计算机自动记帐的, 并记入用户的帐户中。记帐管理供管理员维护用户的帐户信息。其功能有: 建立、删除、冻结用户帐号; 对帐户

* 收稿日期: 2000-11-15; E-mail: jzhao@bit.edu.cn

中的教学机时、自费机时、等各项数据进行增加、删除、修改、查询等维护操作并记入日志文件备案;对用户帐户信息及记帐日志进行各类查询和统计。记帐管理属专人负责,设置有密码,仅拥有该密码者方可维护用户帐户信息。

为确保数据库数据的完整性、一致性及系统的安全可靠性,该子系统实现对数据库系统的备份与恢复功能。备份工作由两种方式来完成。一是在后台服务器上通过备份程序每日自动定时完成;二是由管理员根据需要随时完成。当数据库或数据遭到破坏时,管理人员依据备份的数据文件对数据库及数据进行恢复,以最低限度地减少损失。

1.4 网络计费

Internet 丰富的网络资源和方便的信息交换吸引着广大的用户,但由于 CERNET 目前采用分担通信费用的政策;对进入 CERNET 内部的网络流量按字节计算付费。因此,对于公共机房来说,在保证学生正常使用网络的前提下,有必要准确的记录每一个用户的上网费用。

由于采用获取网络 IP 包的方法不增加网络负担、对网络拓扑不需要有特殊设计、对子网内的机器没有要求、实现方便等优点。我们采用这种方法来统计每个用户的流量信息,计算其上网费用。

2 系统总体设计

2.1 系统结构

系统的总体结构图如图 1 所示。每个公共机房通过交换机连接在校园网上。每个机房内有一台流量统计 PC 机来统计本机房内每个用户的上网流量;同时,每个机房内还有一台带有读卡器的计算机来读写用户的 IC 卡、管理用户的上下机、记录用户本次上机的机时。另外还有一台连在校园网上的数据库服务器,记录用户每次的上机机时和上网流量。管理者可以通过连接在校园网上的计算机对每个机房的运行情况进行监控。

2.2 系统逻辑结构

整个机时与流量管理系统按逻辑功能模块划分为:用户登录子系统、机时管理子系统和流量管理子系统。系统各个逻辑功能模块如图 2。

用户登录子系统包括流量统计子系统和机时管理子系统。

用户登录子系统 login 负责处理用户的登录信息,对用户的登录信息进行检验,只有检验合法的用户才能使用机房的资源。

流量统计子系统为 IP 包捕获子系统 IPacct 和通讯子系统 sCom 两部分。其中 IP 包捕获子系统负责对本机房内所有用户的上网流量进行统计;通讯子系统 sCom 负责与上下机管理子系统通讯 flushic,将用户的上网流量报告给 flushic,由 flushic 将用户的上网流量按一定的费率转化为一定的金额,记入到相应的用户的帐中。

机时管理子系统分为上下机管理子系统 flushic、用户查询子系统、管理者监控子系统和数据管理子系统四部分。上下机管理子系统对用户每次的上下机机时进行管理;用户查询子系统可以是用户对以前的上机情况进行查询;管理者监控子系统可以使管理者对各个机房的运行情况进行监控;数据管理子系统可以进行数据维护与监控、数据统计分析以及进行数据备份。

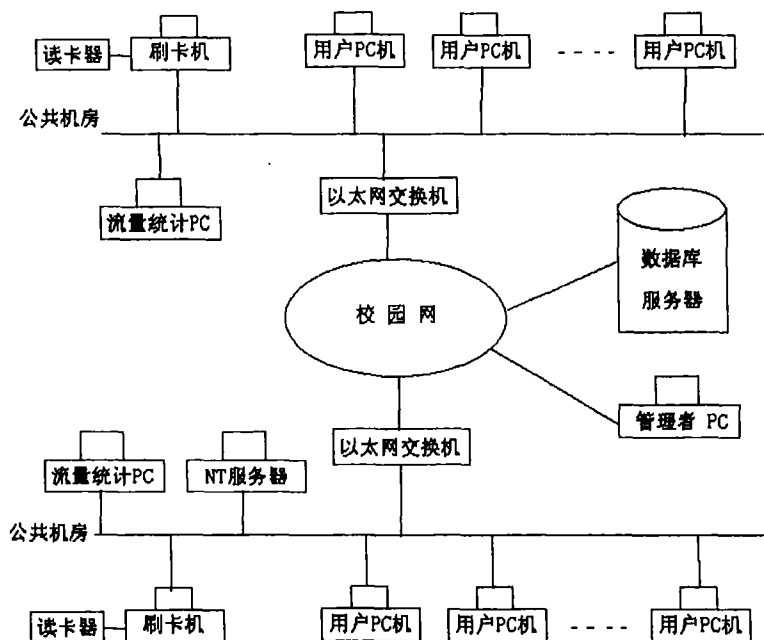


图1 系统总体结构图

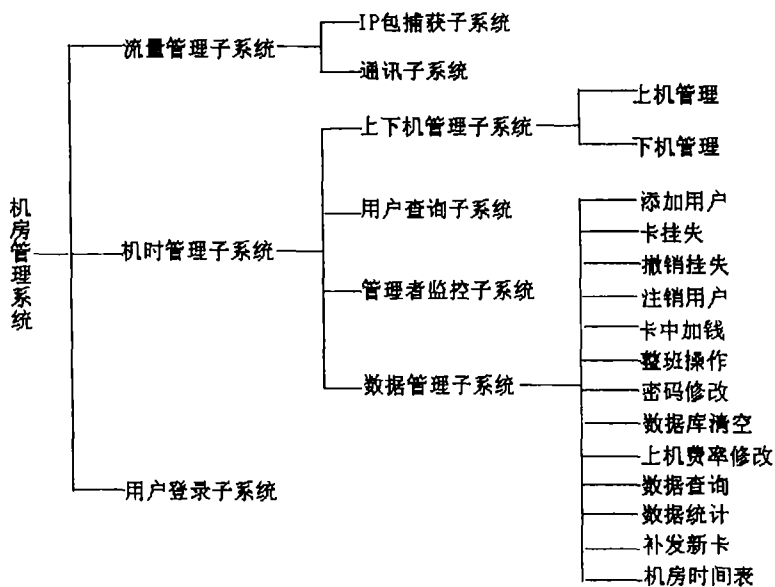


图2 系统逻辑功能划分图

2.3 各个子系统间的通讯

各个子系统间的通讯如图 3。

3 机时管理系统

机时管理子系统采用客户机/服务器结构,前端选择 PowerBuilder 作为开发工具,后端选择 Oracle 作为数据库服务器。下面分别介绍各个功能模块。

3.1 上下机管理子系统 flushic

3.1.1 上下机管理子系统完成的功能

上下机管理子系统完成用户的上下机管理。

学生进入机房后在系统的提示下刷卡,即可将用户信息显示在屏幕上。用户信息包

括姓名、学号、卡号、班级、上机时间、卡中余额等。系统将数据库中存储的学生信息与卡中读出的用户信息检验,只有检验通过的用户才能进入机房上机。对于非法用户,系统将给出提示信息,禁止其使用机房资源。对于合法用户,即可进入机房正常上机。上机结束后下机时,用户需要重新刷卡,此时系统会自动记录用户的本次的上机机时,并从用户的卡中扣除,并将更新后的信息显示在屏幕上。

用户的上机类型分为计划内、计划外等几种。计划内上机是指学校教学计划内分配的机时。机房管理员可以输入在一个时间段内上机的班级编号,则在这个时间段内只有这个班级的同学可以刷卡上机,上机机时从分配给它的计划内机时中扣除。其它班级的同学如刷卡,则系统会给出提示信息,禁止其使用计划内机时上机。

机房管理员可以根据实际情况选择上机类型,系统会根据不同的上机类型按不同的费率进行自动计费。

3.1.2 用户上机流程图(见图 4)

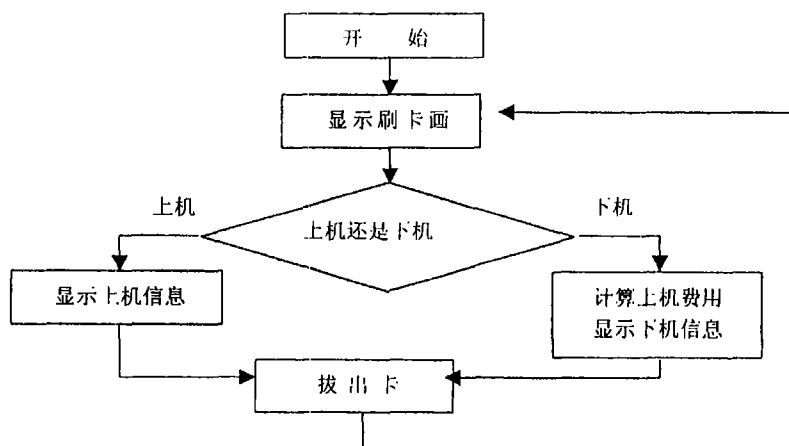


图 4 用户上机流程图

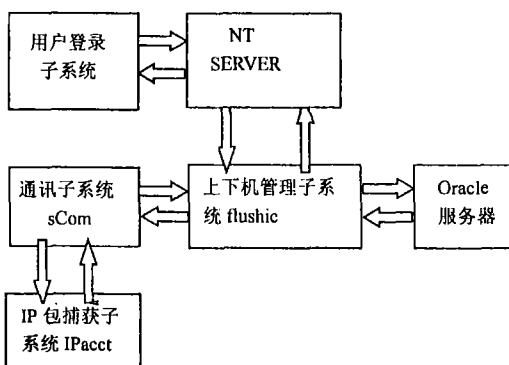


图 3 子系统间的通讯

3.2 用户查询子系统

用户运行查询程序, 再输入学号和卡号后, 可以查询用户帐上的现金余额, 计划内机时余额; 用户的加卡记录, 包括计划内机时和计划外金额; 用户的历史上机记录等信息。

3.3 管理者监控子系统

管理者可以利用系统提供的功能随时了解和掌握全校公共机房的运行状态, 进行必要的管理和调度, 使系统资源得以充分利用。其主要功能有: 可实时监控各节点微机的状态、上机人数、服务器资源使用情况; 可实时查询上机用户的有关信息, 如用户基础信息和剩余机时等。

管理者监控子系统是用 PowerBuilder 开发的一个应用程序。可以按机房查询, 也可以按用户查询。按机房查询时, 根据输入的机房号, 从数据库重读取相应信息并显示。按用户查询时, 根据输入的用户编号, 从数据库重读取用户信息并显示。

3.4 数据管理子系统

数据管理子系统完成的功能如下:

(1) 证卡发放: 系统管理员可以向用户发放新卡。用户对象可以分为以下几种: 本科生、研究生、教师、计划外办学学生等。根据卡中记录分类信息的不同, 将卡划分为几种不同类型。每种类型的卡上记录的信息有: 用户名、卡号、学号、班级、机时、卡类型、上机机房等信息。

(2) 卡中加机时: 系统管理员可以向卡中添加机时。将卡插入读卡器后, 可读出用户信息和卡中剩余机时, 输入添加的机时后再写回卡中。

(3) 卡注销: 系统管理员可以将某一用户的卡注销掉, 使其不能够继续使用。注销掉的卡的信息保存到另外一个数据库中。

(4) 卡挂失: 用户的卡丢失后可到系统管理员处挂失, 从挂失之日起三天内如果用户不撤销挂失, 则系统管理员可以将该卡注销并可为用户补办新卡。

(5) 撤销挂失: 用户的卡挂失后, 从挂失之日起三天内如果找到了丢失的卡, 可到系统管理员处撤销挂失。撤销挂失后用户的卡还可以继续使用。

(6) 补发新卡: 用户的卡丢失后如不能再找回, 可到系统管理员处补办新卡。系统会从数据库中读出用户信息写入到新卡中。

(7) 整班操作: 系统管理员可以为某一班级的所有用户添加、删除一定数量的计划内机时。

(8) 系统密码: 系统管理员可以随时修改系统密码以保证系统安全。

(9) 查询金额: 可用来查询当天或某一时间段内发生的金额和机时。

(10) 修改和查询机房时间表: 系统管理员可以根据教务管理部门的安排, 将各个机房的上机计划时间表输入到数据库中, 各机房可以根据上机计划时间安排计划内上机。

(11) 费率修改: 系统管理员可以根据需要调整上机费率, 上机费率由上机类型、机器类型和卡类型三者决定。

(12) 数据统计: 主要完成对各种数据的统计工作。可以统计某个机房当天、当月、当年以及任一时间段内计划内、计划外、以及其它情况的上机机时。

该系统可按班级、用户等不同类别对所使用的机时情况进行统计、汇总、分析。为教学研究部门、管理部门提供决策辅助信息。

4 流量统计子系统的原理和实现

4.1 IPacct 进行 IP 包获取的原理

要对网络流量进行计费,就必须先要知道每台机器在任一时间段内的网络数据流量。统计联网计算机使用的网络流量最好的办法是通过获取该机器的发送/接收的 IP 包来进行。Ipacct 进程运行在计费工作站上,是网络计费的主体程序,它负责监视网络上的所有 IP 包,并对进入公共机房的 IP 包作进一步的分析——对于来自 CERNET 网络以外的 IP 包,将该包的长度累加到目的 IP 地址的网络流量计数上,对于来自 CERNET 网络内部的 IP 包则简单丢弃,并且这种监视不增加网络的负担。

如何在位于计算机开放实验室网络总出口处的网络流量监视用机上实现抓获进出实验室的 IP 包呢?

在以太网段中,网上传输的所有信息都是可以“听”到的。在杂乱模式中,工作站接收本网段所有的内容,而不管这些内容是送到哪一个地址去的。网络上传输的信息不管在什么协议之下,都是由信息包组成。这种包也许是 IP 数据包,也许是 IPX 包。他们在机器的操作系统间的网络接口级进行交换。但是我们可以根据 Ethernet 帧的类型字段(如 IP 包对应的是 0x80)获得 IP 包的 Ethernet 帧,去掉 14 字节的 Ethernet 帧头即获取了 IP 包,然后再对 IP 包头的源地址和目的地址字段进行分析,结合相应的收费 IP 地址范围,就可以进行网络流量计费了。

4.2 DLPI 接口概述

UNIX 操作系统基于流(STREAM)的 DLPI(Data Link Provider Interface)接口在内核实现了 ISO 数据链路层服务定义(ISO 8886)和逻辑链路控制 LLC(ISO 8802/2)。它的框架结构如图 5 所示。

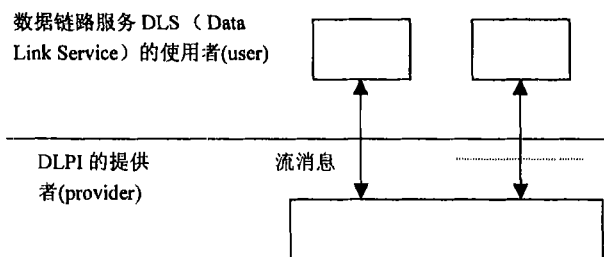


图 5 DLPI 框架结构图

DLPI 使得数据链路服务的使用者能够直接访问数据链路层,如获取数据链路层的状态,接收和发送数据链路层的原始帧,而不需要知道数据链路层本身的协议。只要数据链路层服务的提供者支持标准的 DLPI 接口,不论数据链路层是 X.25 LAPB, SDLC 还是 Ethernet, FDDI, Token Ring 的协议,使用者都可以通过 DLPI 接口来对数据链路层进行访问。

SUNOS 5.0 (SOLARIS 2.5) 提供了对 DLPI 接口的支持,当前 DLPI 为第二版, SUN5.X 大多数的数据链路层的设备驱动程序都支持第二版的 DLPI 接口,并作为他们的主接口。DLPI 在 SOLARIS 2.5.1 的头文件为 `<sys/dlpi.h>`。

DLPI 定义了一组在数据链路服务的使用者和提供者之间进行交互所需的流消息集合、状态表以及相应的约定。数据链路服务的使用者可以是内核中的 IP 和 ARP 协议,也可以

是一个以 root 权限运行的程序。数据链路服务的提供者主要是数据链路层的驱动程序，例如 le (LANCE Ethernet) 驱动程序。

DLPI 接口的原语按照流信息来定义。DLPI 原语定义的流消息都是 M-PROTO 或 M-PCPROTO 类型的流消息，通常在消息块中包含适当的 DLPI 消息结构 (图 6)。DLPI 原语是以请求/应答的方式来实现的。数据链路服务的使用者通过 DLPI 向提供者发送某种请求的消息，然后等待提供者返回的应答消息或出错响应。

4.3 DLPI 编址

每一个 DLPI 的用户必须建立一个用以和其它数据链路用户通讯的身份，身份由两部分组成：首先，数据链路服务的用户必须确定它进行通信的物理介质，这对于那些连接到多种物理介质上的系统是非常显然的。第二，数据链路服务的用户必须在数据链路服务的提供者中注册，使得数据链路服务的能够把相应的协议数据单元传递给用户。数据链路编址部件说明了组成这种确认方法的成员 (图 7)。

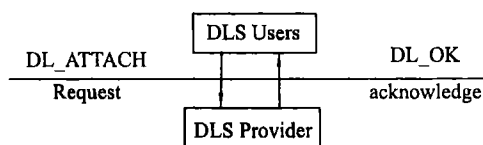


图 6 DLPI 原语示意图

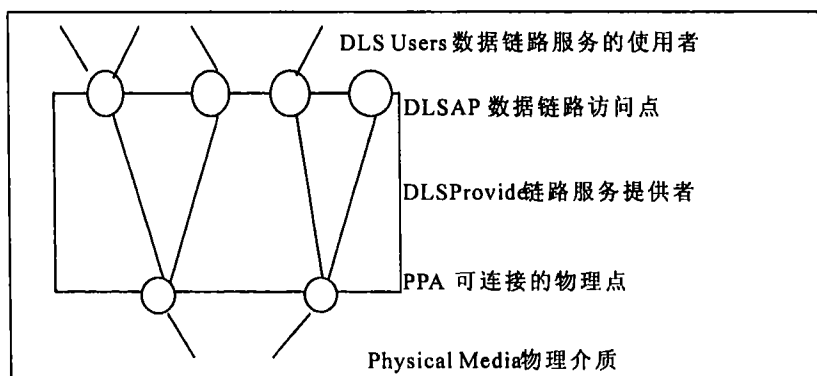


图 7 数据链路地址成员图

(1) PPA。可连接的物理点是系统与一种物理通讯介质的相连点，所有在这种介质上的通讯都经过这个可连接的物理点。对于那些数据链路服务的提供者支持多种物理介质的系统，数据链路服务的用户必须确定通过哪一种物理介质进行通讯。一个可连接的物理点用一个唯一的 PPA ID 来进行确认。

DLPI 接口定义了两种类型的数据链路服务的提供者，两者的区别在于 DLS 用户选择可连接的物理点的方法不同。

(2) DLSAP。一个数据链路服务的用户身份的建立是通过把它和数据链路服务访问点相关联，数据链路服务的用户通过数据链路服务访问点和数据链路服务的提供者进行通信。一个数据链路服务访问点用一个数据链路服务访问点地址来表示。

数据链路服务访问点地址用来表示一个特定的数据链路服务访问点，它和一个流相关联。绑定原语能够使得数据链路服务的用户选择一个特定的数据链路服务访问点，或者通过检索绑定的数据链路服务访问点地址从而决定一个与流相关的数据链路服务访问点。

DLSAP 地址由一个物理地址和一个数据链路服务访问点(SAP)地址组成。例如对于 Ethernet 而言, DLSAP 地址由 6 字节的 Ethernet MAC 地址跟上 2 字节的 Ethernet 帧类型组成了一个 8 字节的 DLSAP 地址。

4.4 IP 包捕获及计费系统设计思想

为了捕获同一网段上的所有的 IP 包, 采用了 UNIX 操作系统基于流(STREAM)的 DLPI(Data Link Provider Interface)接口, 关于 DLPI 接口上一章已经作了详细分析。这里对系统中抓取数据链路层帧的步骤作一简单的概括:

(1) 打开数据链路服务提供者如网络接口/dev/le, 返回文件描述符。

(2) 将该文件描述符通过连接请求消息(DL-ATTACH-REQ)连接到一个“连接物理点”(Physical Point of Attachment), 例如网络接口的某一端口/dev/le0。

(3) 把服务访问点(SAP)地址捆绑到该文件描述符。SAP 地址对于 Ethernet 就是 Ethernet 帧的类型字段(如 IP 包对应的类型为 0x800)。这通过发送捆绑请求消息(DL-BIND-REQ)实现。

(4) 通过发送数据请求消息(DL-UNITDATA-REQ)来接收(getmsg)或发送(putmsg)数据链路层帧。

在通过 DLPI 接收数据链路层帧时, 对于目的地址与本地网络接口的物理地址不匹配的帧, 以及 SAP 地址与所捆绑的 SAP 地址不匹配的帧, 在通常情况下会拒绝接收, 即只接收 DLSAP 地址完全匹配的帧。但是数据链路服务的使用者可以向提供者发送 DL-PROMISC-PHYS 请求消息(即混合物理地址), 使得可以匹配所有的物理地址, 向提供者发送 DL-PROMISC-SAP 请求消息(即混合服务访问点), 使得可以匹配 SOLARIS2.5.1 支持的所有的服务访问点地址。对于捕获的多种类型的帧, 通过过滤程序, 可以得到某台主机或某种类型的帧。

获得包含 IP 包的 ETHERNET 帧以后, 去掉 14 字节的 ETHERNET 以太网帧头, 就获得了 IP 包, 对 IP HEADER 的源 IP 地址和目的 IP 地址进行分析, 结合响应的免费的 IP 地址区间, 取得 IP 报头的总长(TOTAL LENGTH)字段, 把它加到该目的地址的总流量, 就可以对局域网中的每台主机进行计费了。

对于 CERNET 所规定的免费 IP 区间, 存放在一个文本文件中, 程序运行后, 读入这些免费的 IP 区间, 并且按照从小到大的顺序保存在一个结构数组中, 一个结构记录一个免费 IP 区间。对 IP 的源地址进行分析时, 采用的算法为二分法。当判断这个 IP 地址在数组中的某个区间时, 表示这个 IP 地址是免费的, 否则, 进行计费。

5 小 结

为适应公共机房管理的需要, 本文设计并实现了一个机时与流量管理系统, 从而可以实现对公共机房的统一自动化管理。归纳起来, 本文所完成的工作主要包括以下几个方面:

(1) 基于 Client/Server 方式, 设计并实现了一个 MIS 系统, 对用户的机时进行统一管理。

(2) 采用 UNIX 操作系统基于流(STREAM)的 DLPI(Data Link Provider Interface)接口, 利用 UNIX 进程间的通讯机制 IPC——消息队列和信号机制以及不同平台上的 Socket

编程技术设计并实现了一个 IP 包捕获子系统, 从而可实现对一个局域网内所有用户的 IP 流量进行统计分析。

(3) 基于 NT 的 DOS 客户端, 实现了对用户的的开关机的控制。

参考文献:

- [1] 于广辉, 李丕, 李英壮. 流动用户网络计费的实现. 计算机应用, 1998(专辑).
- [2] 杨永健, 姚丽春, 张伟. 基于 IC 卡的网络机房计费系统. 计算机应用, 1998(专辑).
- [3] 蒋东兴, 王松, 戚丽. 算机开放实验室的网络计费. <http://www.cic.tsinghua.edu.cn/sys/netacct.htm>
- [4] 利启诚, 李星. 面向用户的子网计费系统. 计算机应用, 1998(专辑).

Design and Implementation of Time and Flow Management System Based on Network

ZHAO Jing-zhong^{*}, LU Bing-yi

Abstract: To meet the needs of the management of open labs, this paper is designed and implemented for a management system on time and flow control. The system is based on the Client/Server structure, which can manage the time and flow control of each user in open labs automatically. Also, this paper illustrates the implementation of a IP capture and analysis system and dissertates the important techniques applied to the system, including DLPI (data link provider interface), which based on the STREAM mechanism of UNIX.

Keywords: the management of time and flow; data link provider interface (DLPI)

^{*} Network & Information Center, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China