

以太控制网络技术与系统

郑文波 福州大学计算机系(350002)

Abstract

The important role of network technology in control system is discussed in this paper. Ethernet control network technology and systems are presented in this paper. Considering the actual conditions of China, a strategy for development of control network is proposed.

Keywords: control network, ethernet control network, industrial control system

摘要

本文讨论了工业控制系统的网络化、开放性发展方向,阐述以太控制网络技术与工业控制系统,探讨发展我国具有自主知识产权的控制网络技术与产业的策略。

关键词:控制网络,以太控制网络,工业控制系统

网络技术的发展,引发了工业控制领域的深刻技术变革。控制系统结构沿着网络化方向与控制系统体系沿着开放性方向发展将是控制系统技术发展的大潮流,网络化、开放性是工业控制技术发展的方向与灵魂。本文主要讨论以太控制网络技术及其发展我国以太控制网络产业的策略。

1 网络技术推动工业控制系统的全方位技术发展

企业结构一般分为设备层、自动化层与信息化层。企业的自动化系统、分布式控制系统、信息化系统是实现企业自动化与信息化的主要技术手段,企业自动化、信息化对提高企业的生产水平和管理水平具有重大意义。随着网络技术的发展,控制领域正在发生深刻的技术变革,现场总线技术、以太控制网络技术、分布式控制网络技术与企业网技术的出现及其发展将推动控制领域的全方位技术发展。

现场总线这几年发展很快,目前国际上已有 40 多种现场总线,影响较大的有 FF、Profibus、CAN、Lonworks、HART WorldFIP 等。现场总线的发展对实现面向设备的自动化系统起到巨大的推动作用,但是,目前现场总线的发展并不如人意,其根本原因在于现场总线的开放性是有条件的、有保留的。

当现场总线的发展遇到阻碍时,以太控制网络技术以非常迅猛的速度发展。以太控制网络的优势是明显的:成熟的技术、低廉的网络产品、丰富的开发工具与技术支持。以太控制网络的最大优势在于

以太控制网络的开放性和为世人的广泛应用。

分布式控制网络将成为未来分布式控制系统的主导技术。分布式控制系统经历了从组合仪表、模拟监督控制(SCC)、直接数字控制(DDC)、分散控制系统(DCS)到以现场总线为基础的分布式控制系统漫长的发展过程,我国研究开发与应用 DCS 也已有 20 多年的历史,但总的来看,走的是一条封闭式发展的道路。分布式控制系统的发展必定要走开放性、网络化之路。分布式控制系统的技术目标是:接入子系统或设备的即插即用;系统规模或功能的变化不影响系统的正常工作;子系统或设备之间能协同工作,充分利用系统资源;能实现与信息系统集成。

分布式控制网络的核心技术是分布式网络计算平台与路由技术。分布式网络计算平台主要有 DCOM、CORBA、Jini。DCOM 适合于 Microsoft 公司 Windows NT 网络平台;CORBA 已被承认为国际工业标准,并得到较多应用;Jini 具有平台无关性,有较好的安全性。不同的分布式网络计算平台各有特点,可根据具体情况选择。多种现场总线共存于同一系统,不同现场总线有不同的体系结构与网络结构,路由技术是实现异构网络互联的有效途径。以太控制网络的迅速发展势头表明,以太控制网络将可能成为分布式控制网络的主要接入网络,并且以太控制网络将最终连接大多数传感器和执行器。路由技术统一分派 IP 地址,实现路由选择,直接访问、

监控每一个接入设备。

企业网集成一般信息数据库与实时数据库,建立一致性、分布式的数据库,最终实现管理控制一体化的集成系统,实现企业生产过程的优化与管理的科学决策,充分利用企业资源,创造最佳效益。网络技术对企业网的技术支持包括:基于 Web 的 Intranet 网络技术;分布式控制网络技术;控制网络与信息网络的集成技术等。

以太控制网络技术具有广阔的应用前景,下面主要讨论以太控制网络的体系结构、以太控制网络的实时操作系统、以太控制网络系统、以太控制网络的管理系统和以太控制网络的实时性等关键问题。

2 以太控制网络的体系结构

开放的网络体系结构是控制系统走向开放的强大推动力。各大厂家自成体系的封闭状态严重危害控制领域技术的发展,控制系统技术必定要走开放发展的道路。

以太控制网络开放的体系结构基于成熟的 IEEE 802.3 和 TCP/IP 协议与标准。

2.1 以太控制网络的 OSI 参考模型

从功能角度,以太控制网络的 OSI 参考模型可分为几个层与几个面,如图 1 所示。

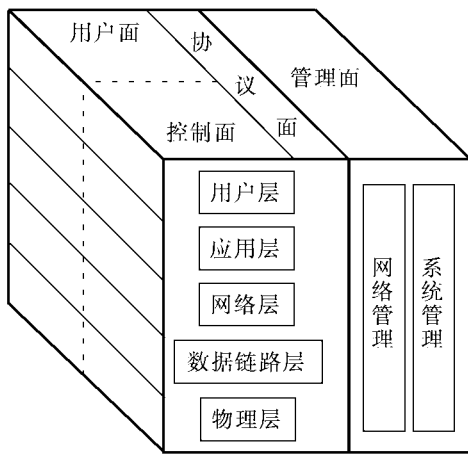


图 1 以太控制网络的 OSI 参考模型

(1) 参考模型的分层结构

为了提高以太控制网络的工作效率,将 OSI 七层参考模型简化为物理层 (PHL)、数据链路层 (DLL)、网络层与传输层 (NL) 和应用层等。考虑到控制网络与用户的密切关系,在应用层上增加一个用户层 (UL)。物理层与数据链路层采用 IEEE 802.3 的标准。为了实现控制网络的网络互联功能,网络层与传

输层是必不可少的。考虑到开放性的要求,网络层与传输层采用 TCP/IP 协议。以太控制网络的应用层分控制网络访问子层 CAS 和控制网络报文规范子层 CMS。CAS 的主要任务是确定数据操作工作方式和规范,CMS 的主要任务是面向应用服务,根据应用进程目标产生规范的应用协议数据单元。应用层与传输层通过 Socket 连结。用户层的主要任务是生成用户要求的控制策略和功能。控制系统的组态软件是用户层的一个主要任务。

(2) 参考模型中面的概念

在参考模型中引进面的概念,目的在于将信息流按功能分类,进行不同的处理。

协议面包括用户面和控制面。用户面完成与用户控制任务、控制策略、参数设定、参数修改等有关信息的处理与传送等任务;控制面完成通信方式的实现以及信令的传送等任务。

管理面包括网络管理与系统管理。网络管理的任务是建立网络管理信息库和网络管理代理,对网络各层任务、运作进行管理。主要功能有性能管理、差错管理、组态管理等。系统管理的任务是建立系统管理信息库、系统管理内核协议,对控制网络系统进行管理。主要功能有设备管理、功能管理、时钟管理、安全管理等。有关网络管理与系统管理内容下面将详细介绍。

2.2 TCP/IP 协议

TCP/IP 是物理网上的一组完整的网络协议,其中 TCP 协议与 IP 协议是整个协议簇的核心,TCP 提供传输层服务,IP 提供网络层服务,协议簇的层次结构如图 2 所示。

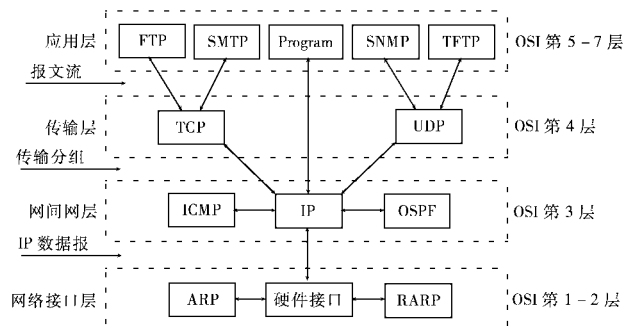


图 2 TCP/IP 协议簇的层次结构图

IP 的主要功能是根据路由表传输 IP 数据报,路由表的建立、维护由各种路由协议完成。TCP 提供面向连接的 TCP 和面向无连接的 UDP 两种传输服

务。TCP 提供可靠的字节流服务,保证传输报文不会出错、丢失、次序混乱。UDP 没有 TCP 建立连接、拥塞控制等复杂机制,使 UDP 传输报文更加快速、灵活,适合于传输间断的短小的报文。

众所周知,以太控制网络的物理层与数据链路层采用 IEEE 802.3 标准。物理层与数据链路层之上的网络层与传输层采用什么样的通信协议才能更好满足以太控制网络的要求是个重要的问题。以太控制网络的网络层与传输层采用 TCP/IP 协议的优势是:

- TCP/IP 协议已是国际公认的工业标准,易于建造开放的以太控制网络。

- 通过 TCP/IP 编程接口,易于开发以太控制网络的应用软件。

- 局域网的网络性能好,出现差错的几率小,合理的利用 TCP 和 UDP 的优点,能满足以太控制网络的实时性与可靠性要求。

3 以太控制网络的实时操作系统

实时控制网络软件是集实时控制、数据处理、信息传输、信息共享、网络管理于一体的、庞大的、复杂的软件工程,最突出的特点是它的实时性。针对实时性的要求,实时应用程序通常由若干个分系统和若干个进程组成,这些进程必须严格地协调工作,这就要求有高性能、实时的控制网络操作系统的支持。实时控制网络操作系统必须提供固定优先级调度策略、文件同步、抢占式内核、异步输入输出、存储保护等实时特性,以满足实时应用的要求。

可供以太控制网络采用的实时操作系统有网络版 RT-Linux、Windows NT / Windows NT Embedded 4.0 及 Digital UNIX。

3.1 RT-Linux 网络操作系统

1991 年,芬兰赫尔辛基大学的 Linus Torvalds 开始开发 Linux。经过几年的努力,Linux 成为了正式的操作系统。Linux 操作系统与其它操作系统显著不同的一点就在于 Linux 的网络功能是操作系统本身固有的, Linux 从其初期的发布版本开始就包含了相对完整的网络功能,也就是说 Linux 系统中网络与操作系统的结合更为紧密。近几年, Linux 操作系统取得突飞猛进的发展。

Linux 网络操作系统的特点:

- 借助共享软件的发展策略,全新的软件开发模式。Linux 是由分布在全世界的数以万计的程序员设计和实现的,而不是由一个团队开发的。

- Linux 工作相对稳定,而且对系统的配置要求较低。

- Linux 操作系统是自由软件,自由意味着可以自由得到或自由再开发发行,也就是说没有任何条款能限制它,或者说如果想得到原代码,就能毫不费力地得到。用户可以修改它,或用其部分代码,改正这些代码等。用户可以在自由软件上做任何想做的工作。

- Linux 操作系统支持 TCP/IP 协议,为 Linux 操作系统在以太控制网络的应用创造了有利的条件。

- 修改 Linux 操作系统的核心,构成 RT-Linux,可使其具有实时操作系统的功能。

在网络版 Linux 操作系统的基础上,可以构建 RT-Linux。RT-Linux 完全支持以太控制网络系统,是一个资源开销小、功能强的网络操作系统。

3.2 Windows NT 网络操作系统

在研究以太控制网络系统中,Windows NT 网络操作系统备受工业控制界的重视。

(1) Windows NT 网络操作系统技术优势

- 系统的可靠性高,安全性好,且支持多种硬件平台。

- 支持多种通信协议:支持 NetBEUI 协议、NW link 协议、及 TCP/IP 协议。提供安全、可靠、简单的 TCP/IP 网络配置。

- 支持客户/服务器机制:Windows NT 网络操作系统全面支持客户/服务器机制,提供强大的服务器功能,管理各类资源。

- 支持多种网络服务:利用 Windows NT 网络操作系统可以访问网络上的共享资源。

- Windows NT 的内核通过处理中断、异常、调度线程来管理进程,同时采用了先进的多任务技术。

- Windows NT 采用面向对象的编程方式,具有丰富成熟的开发工具和知识库,广泛支持第三方软件。

这些技术优势使得控制界在以太控制网络系统中可能利用 Windows NT 网络操作系统。当以太控制网络系统中接入的控制器要求强实时操作系统支持时,最近微软推出的 Windows NT Embedded 4.0,完全集成 Windows NT 技术,可供应用参考。Windows NT Embedded 4.0 丰富的功能都是建立在 Windows NT 技术基础上。

(2) Windows NT Embedded 的功能特点

- 图形用户界面 (graphical user interface,

GUI)。Windows NT Embedded 可提供 Windows NT 中图形用户界面功能的全集且支持高分辨率的显示设备。

- 支持网络功能。Windows NT Embedded 4.0 支持 TCP/IP 协议、安全套接层(secure sockets layer, SSL)、点对点协议(point to point protocol, PPP), 支持更高级的网络服务, 如远程登陆、DCOM、简单网络管理协议 (simple networks management protocol, SNMP), 也支持多种网络结构, 如以太网、令牌网等。

- 系统服务。实时操作系统能为高端应用提供系统服务。如多级安全机制、远程管理、日志和 NTFS 文件系统等。

- 支持实时操作系统能力。Windows NT Embedded 4.0 具有硬实时操作系统能力。

- 全面兼容第三方软件。Windows NT Embedded 4.0 支持设备驱动程序、数据库、网络协议以及应用程序。

- 支持多种硬件平台。Windows NT Embedded 4.0 支持 Intel x86, Pentium, AMD K5 K6, Cyrix 5x86 等。

- 较低的目标设备要求。Windows NT Embedded 4.0 定制目标操作系统时, 可根据不同对象的要求, 选取不同的功能组件。一般只需要 16M 内存和 16M 常备存储空间。

3.3 Digital UNIX 实时操作系统

从某种意义上说, 实时操作系统 Digital UNIX 的构成原理与实时操作系统 RT-Linux 是一致的。

- Digital UNIX 的实时特性: 实时操作系统 Digital UNIX 是 Compaq 公司的一个操作系统产品, 通过在 UNIX 操作系统的基础上增加一个功能强大的实时应用库 POSIX 1003.1b, 对实时应用提供有力的支持。为了实现实时性和可预测性, Digital UNIX 提供了一系列的实时功能, 包括进程间的通信与同步、快速的中断响应、灵活的调度策略、文件同步、异步输入输出、存储管理和满足定时需求的工具等。Digital UNIX 的主要实时功能有抢占式内核、固定优先级调度策略、文件同步、异步输入输出、存储器加锁、实时钟的定时器、实时信号队列以及进程间的通信。这些特性的协调工作形成 Digital UNIX 操作系统的实时环境, 满足实时应用的要求。

- Digital UNIX 抢占式内核: 实时应用中的所有进程以两种模式与操作系统相互作用, 即用户模式

(user mode) 和核心模式 (kernel mode) Digital UNIX 提供抢占式内核的功能, 可允许操作系统快速响应进程的抢占请求。运行在核心模式的进程可以为更高优先级的进程抢占。抢占式内核采用了保护内核数据结构完整性机制, 使系统在响应更高优先级进程的抢占请求时, 保证被抢占进程数据的安全。在实时应用中, 各个进程依据其实时任务处理的重要程度进行优先级排序。异常事件处理的优先级应定为最高, 当控制对象发生异常事件时, 操作系统必须无条件调用异常事件处理进程, 保证实时应用的顺利进行。

- Digital UNIX 的调度策略: 调度策略决定如何将 CPU 资源分配给系统中的进程。Digital UNIX 支持通用分时接口 (nice 接口) 和实时接口 (POSIX 1003.1b) 两种不同的调度接口。实时接口支持非实时(分时)调度策略、固定优先级调度策略和抢占式调度策略。固定优先级调度策略又由先进先出 (SCHED-FIFO) 和循环轮转 (SCHED-RR) 两种调度策略组成。强实时应用中通常采用固定优先级调度策略, 进程的优先级完全由用户指定, 在任何时候其优先级都不允许系统改变。Digital UNIX 为每一个优先级定义一个进程队列, 相同优先级的进程依据先进先出的原则进行排队, 不同优先级的进程依据优先级的高低进行排队。

4 以太控制网络系统

4.1 以太控制网络系统组成

以太控制网络系统组成如图 3 所示。

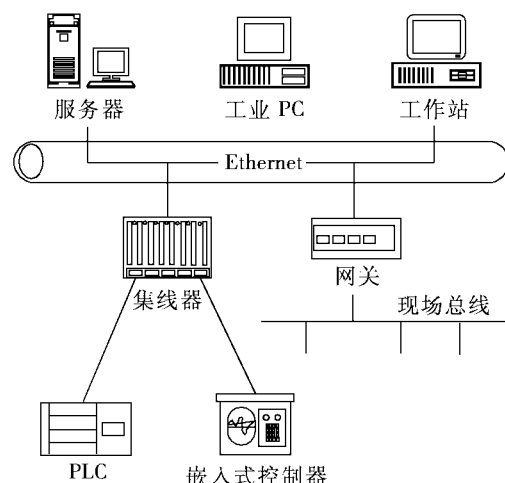


图 3 以太控制网络系统组成

以太控制网络系统以交换式集线器或网络交换机为中心, 采用星型结构, 包括数据库服务器、文件服

服务器,控制网络操作系统等,一般通过 100Mbps 端口连到服务器,以满足控制设备、工作站实时访问服务器的带宽要求。监控工作站用于监视控制网络工作状态,如要求监控工作站具有多媒体功能,可接入 25Mbps 端口。控制设备可以是一般的工业控制计算机系统、现场总线控制网络、PLC、嵌入式控制系统等。一般的工业控制计算机系统通过以太网卡接入网络交换机或交换式集线器,现场总线控制网络通过网关与以太控制网络互联,PLC 有带以太网卡和不带以太网卡的 PLC 两种情况,带以太网卡的 PLC 可通过以太网卡接入网络交换机或交换式集线器,不带以太网卡的 PLC 通过 485/232 转换及工业控制计算机接入网络交换机或交换式集线器,嵌入式控制系统可通过嵌入式控制器自带的以太网卡接入网络交换机或交换式集线器。控制设备可以接入网络交换机,也可通过交换式集线器接入。高速控制设备可通过 25Mbps 端口接入,一般控制设备,数量较多,可接入 10Mbps 交换式集线器端口。当控制网络规模较大时,可采用分段结构,连成更大的网络,每一个交换式集线器及控制设备构成相对独立的控制子网。若干个控制子网互联组成规模较大的控制网络。

在以太控制网络中嵌入式控制器是一种很好的、基本的接入设备。

4.2 嵌入式控制器

嵌入式控制器主要用于实时控制、监视、管理或辅助其它设备运转。它由微处理器芯片、固化在芯片内的软件及其它部件共同组成。

嵌入式控制器软件包括:嵌入式实时操作系统、应用程序、应用程序编程接口 API、实时数据库等。现在国际上比较流行的嵌入式操作系统有:Microsoft 的 Windows CE、Windows NT Embedded,自由软件 RT-Linux、Microware 的 OS9, Sun 的 Java OS 等。

RT-Linux 是一个实时、多用户、多线程、核心较小的 32 位通用嵌入式操作系统。适用于 Intel, AMD, Motorola 等多种嵌入式芯片,具有很强的移植性和兼容性。RT-Linux 由 RT-Linux 核心、Linux 核心、加载模块等组成,容量 300KB-2MB。RT-Linux 提供原代码,是免费的自由软件。应用软件开发快捷、方便。在 Linux 操作系统上开发的应用软件能直接在 RT-Linux 环境中运行,也就是说,开发嵌入式控制器应用软件无需专用的软件开发系统与工具。支持 TCP/IP 协议,容易实现网络互联与网络扩

展。

Windows CE 是一套纯 32 位操作系统,系统内存容量小,采用弹性组合设计,组合类型包括基本组合、基本网络组合、基本图形界面组合、基本视窗组合、基本 Shell 组合以及多功能多媒体组合等。不同组合内存容量从 250KB 到 6MB 不等,用户可根据应用需求,选择不同的组合设计。Windows CE 2.0 提供 5 种参考设计组合,Windows CE 2.1 提供 7 种参考组合。Windows CE 3.0 支持嵌入式实时应用系统

Windows CE 支持众多的硬件平台,包括 Intel, AMD, Cyrix 的各种产品。Windows CE 支持多用户、多线程,提供网络连接功能,包括 WinSock, RAS, TAPI, Modem 等。

Windows CE 拥有与桌上型 Windows 家族一致的程序开发界面,这样在桌上型 Windows 家族上开发的应用程序就能在 Windows CE 上运行。Windows CE 支持的 Windows 平台程序界面与架构有:部分 Win32 API, 部分 MFC Framework, COM, ATL, ActiveX, Serial API, Telephony API, Speech API, RAS, Wintnet API 和 ADO。最终,微软必将 Windows 平台的程序架构移植到 Windows CE 上。

5 以太控制网络的管理系统

5.1 以太控制网络管理系统的功能

控制网络管理系统按管理功能划分,有网络管理和系统管理两部分。

(1) 网络管理:网络管理涉及网络相关的对象与参数。从图论观点,以太控制网络可抽象为一系列节点间互联的无向图,节点代表设备,连接代表网络通信系统。网络通信是整个控制系统的神经中枢,它的运行状态、运行性能直接影响整个控制系统运行的有效性、实时性。

- 网络拓扑结构搜索:自动发现以太控制网络的拓扑图,用户可直观地监视网络各个控制节点当前的连通性、启动或关闭状态,并能适应控制节点在网络上即插即用的要求。

- 网络性能分析:网络性能直接关系到控制系统运行的实时性和有效性。网络性能分析主要涉及差错率、响应时间、网络流量三个网络性能参数。

- 控制节点的网络接口数据:各个控制节点的网络接口数据包括物理地址、状态、接收包/发送包总数、包差错率等。通过这些数据可以观察控制节点网络相关对象的运行情况。

(2) 系统管理: 系统管理涉及控制节点上接入设备的参数、性能与运行状态。

- 控制节点识别: 收集各个节点的设备信息, 包括设备的名称、IP 地址、所属的管理机构、物理位置等。这些信息可帮助管理人员方便、快速的对设备进行管理、维护。

- I/O 端口与外部控制仪表信息: 控制节点通过 I/O 端口外接各种控制仪表。需要及时了解各个控制节点的 I/O 端口状态以及各个端口外接控制仪表的静态、动态信息, 如控制仪表的类别、型号、运行状态等。

- 应用进程管理: 控制节点上每个应用进程对应一个控制任务, 通过进程状态的监视了解各个控制任务的运行情况。

- 内存管理: 一般要求控制系统连续运转、稳定性高, 这就要求运行的进程不能产生内存泄漏 (memory leak)。出现内存泄漏, 会使系统运行一段时间后崩溃, 这就需要控制系统有效的内存管理。

5.2 以太控制网络管理模型

以太控制网络管理采用管理者 - 代理的管理模型, 这种管理模型实际上是典型的客户 / 服务器模式。管理者负责发出管理操作的指令, 并接收来自代理的信息。代理位于被管理设备内部, 把来自管理者的命令或信息请求转换为本设备特有的指令, 执行管理者的指令, 或返回被管理对象设备的信息。此外, 被管理对象也可以通过代理把自身系统中发生的事件主动向管理者通告。管理者将管理要求通过管理操作指令传送给位于被管理系统中的代理, 代理则直接管理被管理设备。

5.3 以太控制网络管理协议

以太控制网络管理采用基于 TCP/IP 网络的简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol, SNMP)。SNMP 采用管理者 - 代理的管理模型, 它简单、实用、易于实现, 因而被各个厂商采纳, 并已成为事实上的工业标准。SNMP 能简单快速地实现网络管理与系统管理的功能, 而且 SNMP 与 TCP/IP 协议天然集成, 这样采用 TCP/IP 协议作为高层通信协议的以太控制网络将很自然的选取 SNMP 作为网络管理的标准。

SNMP 包括四个组成部分: 网络管理工作站 NMS (network management station)、分布在网络管理对象上的代理 (agent)、描述被管理对象状态的管理信息库 MIB (management information base)、

NMS 与 Agent 之间的通信协议 SNMP。

整个 SNMP 框架实际上是一个实现信息获取、响应动作功能的操作、管理和控制相结合的工作模式, 它特别适合于设备自身处理能力不足、网络流量不大的情况, 满足以太控制网络对网络管理、系统管理的要求。

5.4 以太控制网络管理系统的结构

以太控制网络管理系统的模块结构与功能划分相对应。为了构造以太控制网络管理系统, 各个信息获取模块以代理的形式实现, 系统的模块结构如图 4 所示。

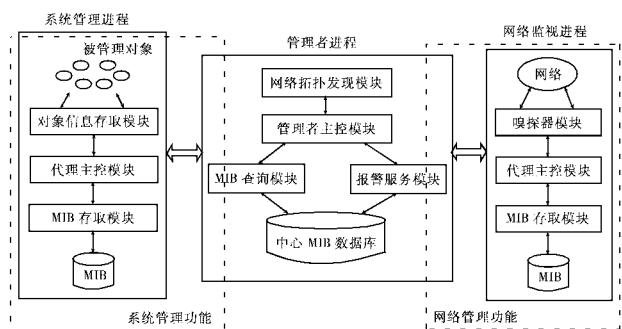


图4 管理系统的模块结构图

图4中系统管理进程和网络监视进程是SNMP代理进程, 主控模块是一个进程的主线程, 它接受用户的输入, 调度其它模块完成工作任务。各个主控模块之间通过调用SNMP内核按SNMP协议进行通信。主控模块通过调用信息获取模块收集被管理对象信息后, 再调用MIB存取模块对MIB进行更新。网络拓扑发现模块利用ICMP的Echo Request和Echo Reply报文搜索整个网络, 形成网络拓扑图。嗅探器 (sniffer) 模块负责捕捉整个网络的流量, 通过统计分析得到反映网络性能的参数, 并对点对点间的流量进行分析。以太控制网络管理系统是一个比较庞大的系统。

(1) Windows 平台上嗅探器的实现

以太控制网络嗅探器是捕获网络报文的设备。通过将网卡设置为杂凑模式实现的嗅探器是软件形式的嗅探器。软件嗅探器物美价廉, 易于使用, 同时易于与其它系统集成, 适合以太控制网络的监视。嗅探器中的V_PACKET_VxD是实现网卡存取的虚拟设备驱动程序, 它向上层的Sniffer的用户态程序模块提供间接访问网卡的手段。嗅探器运行时要先加载VxD, 然后调用Bind接口将VxD绑定到某个网卡上,

接着调用 DeviceControl 接口将网卡设置为杂凑模式,从网卡中不断的读入网络上传输的物理帧,进行统计分析,完成网络监视的功能。

(2) 基于 OPC 的现场信息获取

以太控制网络中每一个控制节点都挂接一些外部控制设备,获取这些设备的配置和运行数据是管理系统的重要任务。由于控制设备的多种多样,提供的信息格式、数量差别较大。为了屏蔽这种差异,使得上层应用软件能采用一致的方式存取下层的设备信息,采用过程控制的对象连接与嵌入 OPC (OLE for process control) 规范。

OPC 是一种与不同数据源通信的标准,在与不同的数据源通信过程中,它对外部提供统一的接口,OPC 规范基于微软的分布式组件对象模型 DCOM。DCOM 包含自定义和自动化接口两类接口。通过分布式组件对象模型,可以实现网络中各节点间的透明存取。由于采用统一的外部接口,各种不同设备或数据源,可以一致的形式对上层应用提供内部数据。

在 SNMP 系统管理代理中,通过采用 OPC 规范定义的接口,可以直接存取遵循 OPC 标准的设备驱动程序中的信息。每个信息获取模块含有 OPC 的客户端模块,通过调用客户端模块的接口,可获得接入设备的静态、动态信息。

6 以太控制网络的实时性问题

以太控制网络中,实时性是一个重要的、备受重视的问题。以太控制网络的实时性包括以太控制网络接入设备对事件响应与处理的实时性和以太控制网络接入设备间信息交换与处理的实时性。

以太控制网络接入设备对事件响应与处理的实时性由其接入设备就地实现。RT-Linux 是一个实时、多用户、多线程、核心较小的 32 位通用嵌入式操作系统,它的最小实时进程周期可达 100 微秒,一般来说,能满足以太控制网络接入设备对事件响应与处理的实时性要求。对于有更高实时性要求的接入设备,可采用专用的实时嵌入式操作系统,如 Vx-Works,它的实时事件响应时间为 10 微秒。

以太控制网络接入设备间信息交换与处理的实时性由以太控制网络实现。其实现策略有:

- 实时网络操作系统。当有多个以太控制网络的端口同时请求信息交换与处理时,由实时网络操作

系统根据调度策略进行实时调度。

- 高速以太控制网络。有 10M、100M,乃至 1000M 高速以太控制网络。

- 交换式控制网络。独占式交换式以太控制网络可为实时性要求高的接入设备安排专用端口,保证信息交换与处理的实时性。

- 合理使用 TCP、UDP。采取这些策略一般能满足以太控制网络的实时性要求。

7 抓住机遇,发展我国具有自主知识产权的以太控制网络技术与产业

(1) 深化认识,明确方向,发展我国具有自主知识产权的以太控制网络技术与产业。

(2) 争取支持,将发展以太控制网络技术与产业纳入国家十五重大项目。

(3) 分工协作,提高以太控制网络的技术与产业化水平,将以太控制网络产业做好、做大。

参考文献

1. 魏庆福,现场总线技术发展的新动向,工业控制计算机,2000.1
2. 钱为民,测控软件发展的一些思考,测控技术,2000.2
3. 吴誉等,现场总线技术展望及我国的发展策略,测控技术,1999.11
4. 唐鸿儒等,现场控制网络技术展望,测控技术,2000.12
5. 郑文波,企业网的增强型分布式控制网络平台,工业控制计算机,2000.1
6. 郑文波,控制网络技术的发展,工业控制计算机,1999.5
7. 郑文波,网络技术与控制系统的技术创新,测控技术,2000.6
8. 郑文波编著,魏庆福,段明祥主审,控制网络技术,清华大学出版社,2001.9
9. 郑文波,邱书毅,实时操作系统 RT-Linux 及其应用,电子工业出版社,2000.12
10. 翟丽丽等,为测控软件优选操作系统平台,测控技术,2001.2
11. 荆建春等,基于 NT 技术的嵌入式实时操作系统 - Windows NT Embedded,测控技术,2001.2
12. 叶以民等,嵌入式系统中的实时操作系统,测控技术,2000.4
13. Douglas E. Comer,用 TCP/IP 进行网络互连,电子工业出版社,1998.4
14. Rezas. Raji,Control Networks and the Internet,Echelon corporation,1997