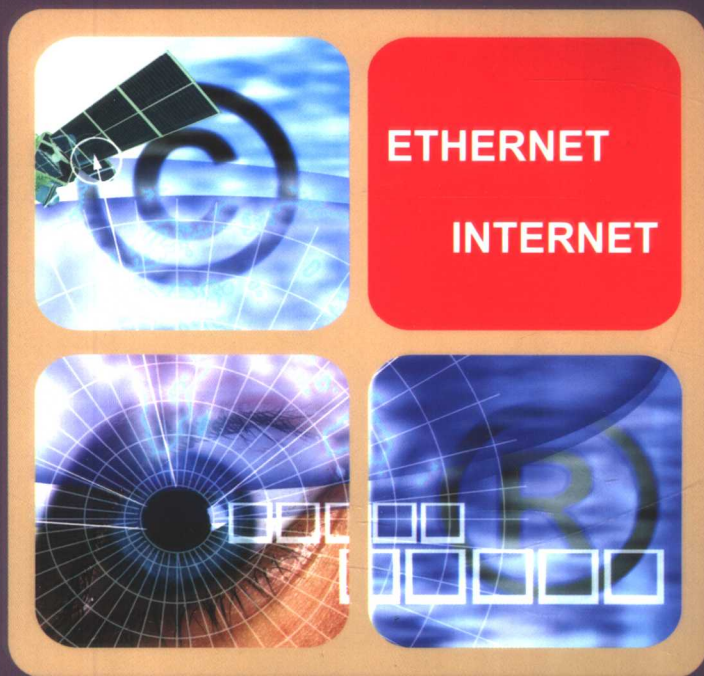


● 嵌入式系统译丛

嵌入式Ethernet和Internet 通信设计技术

Embedded Ethernet and Internet Complete

[美] Jan Axelson 著 骆丽 张岳强 欧小龙 译



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是一本设计和编写基于局域网和互联网通信的嵌入式系统的指导书,包含以太网和互联网通信的基本作用,详细介绍了有关技术、协议、编程方法、具体编程工具,给出了 Rabbit 和 TINI 两个具体程序范例,适合所有需要设计、编写或了解网络化嵌入式系统的读者。

本书不仅对我国从事嵌入式系统应用设计的工程技术人员会有很大的帮助,同时也会成为一本很好的通信嵌入式技术教科书。

图书在版编目(CIP)数据

嵌入式 Ethernet 和 Internet 通信设计技术/(美)阿克塞尔森(Axelsson J.)著;骆丽等译. —北京:北京航空航天大学出版社,2006.1

书名原文:Embedded Ethernet and Internet Complete
ISBN 7-81077-630-4

I. 嵌… II. ①阿… ②骆… III. ①以太网网络—通信设计②因特网—通信技术 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 132000 号

本书英文版原名: Embedded Ethernet and Internet Complete

Copyright © 2003 by Jan Axelsson.

Published by Lakeview Research LLC.

5310 Chinook Ln.

Madison, WI53704, USA

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Independent Publishers Group 代理 Lakeview Research 授权北京航空航天大学出版社在中华人民共和国境内独家出版发行。版权所有。

北京市版权局著作权合同登记章: 图字: 01-2004-5466

嵌入式 Ethernet 和 Internet 通信设计技术 Embedded Ethernet and Internet Complete

[美] Jan Axelsson 著

骆 丽 张岳强 欧小龙 译

责任编辑 王慕冰

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> -E-mail: bhp@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×960 1/16 印张: 21.25 字数: 476 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷 印数: 5 000 册

ISBN 7-81077-630-4 定价: 39.00 元

译者序

嵌入式系统已成为现代电子信息技术的一个重要实现手段。从原理上看,所谓嵌入式系统,实际上是一种计算机应用技术,只不过这种应用技术属于硬件和软件相配合的应用技术。同时,随着信息技术的发展,嵌入式技术也已成为各种信息系统硬件设备的基本实现技术。

随着信息网络的飞速发展,各种设备对网络功能的要求日益增加,因此,嵌入式系统中的通信功能已成为嵌入式系统的一个重要组成部分。嵌入式系统的通信功能设计技术,也已成为嵌入式系统应用设计的重要工作内容。

本书是一本设计和编写通信类嵌入式系统的指导书。所谓通信类嵌入式系统,是指用于局域网(Local Ethernet Network)和互联网(Internet)中通信的嵌入式系统。

作为一个国际知名的嵌入式技术专家,本书作者从以太网和互联网的通信中的作用开始,对有关的技术、协议、编程方法、具体编程工具以及相应的具体程序的编制与调试,都做了相当详细的介绍,适合所有要设计、编写或了解网络化嵌入式系统的读者。

特别值得一提的是,本书完全从实用技术出发,深入浅出地向读者介绍了网络概念、网络应用技术和网络编程方法,这些概念和方法都凝聚了作者大量有益的经验。由于本书作者具有丰富的通信嵌入式系统设计和编程经验,因此本书所给出的例子都可以直接应用于实际的嵌入式系统设计。相信本书不仅对我国从事嵌入式系统应用设计的工程技术人员有很大的帮助,同时也会成为一本很好的通信嵌入式技术教科书。

本书第1、2、3、4、5、10章及术语中英文对照由骆丽教授翻译,第6、7章由张岳强高级工程师翻译,第8、9章由欧小龙讲师翻译。全书由骆丽教授统稿。此外,刘元盛、李维敏、张梅工程师以及研究生李兵、李晓光、殷开爽、邢强、高秋红、陈婷婷也参与了本书的翻译工作。

由于译者水平有限,同时,许多新技术名词国内尚无对应的标准汉语词汇,这使得本书翻译的结果难免存在不足和缺陷,希望广大读者批评指正。

译者

2006年1月

于北京

前言

本书是一本设计和编写通信嵌入式系统的指导书,这类嵌入式系统用于局域网(Local Ethernet Network)和互联网(Internet)中的通信。

嵌入式系统是一种具有计算机智能的设备,可完成单个任务或一组相关任务。嵌入式系统一般完成监控功能,如采集和处理传感器数据、控制电机和开关。之所以将其称为嵌入式系统,是因为设备内集成或嵌入了部分程序。

以太网是用于很多办公室和家庭的网络技术,可实现计算机之间的通信和资源共享。很多以太网还与路由器相连,提供了对互联网的访问。

多年来,嵌入式系统与以太网毫不相干。以太网仅对台式计算机和其他大型计算机有效,需要与其他计算机交换信息的嵌入式系统只能在有限范围内与计算机低速接口,缺乏标准的应用协议。

随着技术和市场的进一步发展,使得嵌入式系统可与局域网以及互联网通信。网络通信使嵌入式系统功能更强,更容易监控。嵌入式系统可作为主网站发送和接收 E-mail,上传和下载文件,并与通过网络接口连接的其他计算机交换信息。

以太网用于嵌入式系统的一种可行开发是设计处理以太网通信的廉价控制芯片。CPU 既可为嵌入式系统提供数据处理能力,也具有处理控制器间通信需求的能力。互联网协议提供了数据交换的标准协议。以太网和互联网协议都是免费、开放的标准,不需要任何授权费用。

0.1 技术和协议

设计和编写用于网络的嵌入式系统需要各种领域的技术和知识,如电子学、程序设计以及网络。

要实现以太网控制器与 CPU 之间的接口,须具有硬件设计知识。

要编写控制嵌入式系统的程序,须了解如何编写和调试系统所用 CPU 的程序。

要建立网络,须了解如何选择和使用电缆、中继网络集线器和其他网络硬件。

要通过局域网发送和接收数据,须熟悉以太网协议。

要通过互联网和某些局域网发送和接收数据,须熟悉互联网协议。



要管理网页,须了解如何设计网页。

要保证系统及其数据的安全,须了解如何实现网络安全的监测。

本书将以上这些领域的知识结合在一起,重点是与嵌入式系统网络化有关的知识。为各大公司的网站设计主页不同于为资源有限的设备设计主页。但为小设备设计主页不仅仅是规模大小的问题,例如,嵌入式系统的网页大多要求显示更多的信息,不仅只显示静态、不改变的文本,而且要求提供实时信息以及接收和反映用户的输入。

本书将介绍如何满足嵌入式系统网络应用的要求,而不考虑这些小设备的软硬件限制。在很多情况下,可选择软硬件模块来简化设计,以减轻设计负担。

0.2 本书的读者群

本书适合所有要设计、编写或了解网络化嵌入式系统的读者。

本书回答了下面一些问题:

- 嵌入式系统使用以太网有何优点和限制? 判断以太网是否是所做项目的适合技术。
- 嵌入式系统与以太网连接需要什么样的硬件和程序? 建立具有以太网功能的嵌入式控制器有很多选择,可购买具有软硬件网络支持的模块,也可从头建立。本书将帮助读者为系统选择部件。
- 如何建立网络? 具有以太网功能的器件如果没有与网络相连,就没有通信能力。找到选择网线和网络集线器并将其组成以太网的方法。
- 如何将设备或网络连接到互联网? 互联网连接将设备延伸到整个互联网。找到设备进行互联网连接的方法,确保网络设置使设备能按要求完成通信。
- 设备如何通过局域网或互联网发送和接收信息? 互联网和很多局域网使用互联网协议中的 TCP/IP 协议包来发送和接收各种类型的数据。本书将介绍嵌入式系统如何使用这些协议来交换信息。
- 如何在嵌入式系统上建立网站? 即使是一个很简单的嵌入式系统,都可作为网络服务器响应来自其他计算机网页的要求。判断何种设备需要作为网络服务器,找到为设备建立服务页面的方法。
- 如何在网络服务器页面上包含动态、实时的内容,并响应用户的输入? 本书将介绍嵌入式系统如何显示随时更新的信息,并响应来自用户的文本和其他信息。
- 嵌入式系统如何发送和接收电子邮件? 如何与 FTP 服务器交换文件? 本书含有这些应用实例。
- 如何保证设备中的编程及其他信息在互联网上是安全的? 良好的安全策略可保证非授权用户不能改变设备的配置或查看私有信息。安全策略有助于防止无意或偶然出错所带来的问题。找到保持设备和局域网安全和正常工作的方法。

本书认为读者已具备嵌入式系统的数字电路设计和微控制器或微处理器编程的基础知识。不要求读者已具备网络知识。

0.3 关于应用实例

本书的应用实例使用了两个具有以太网功能的模块：Dallas 半导体公司的 TINI 模块和 Rabbit 半导体公司的 RabbitCore 模块。这两个模块都是很好的产品，可以加速项目的完成。

TINI 实例使用 Java 编程语言；Rabbit 实例使用 Dynamic C 语言，该语言是 Rabbit 半导体公司为嵌入式系统设计开发的编程语言。本书的每个应用都有 TINI 和 RabbitCore 例子。另外，本书还将介绍适用于很多项目的其他部件。

0.4 本书的结构

本书每章分为两节：快速入门和深入。快速入门部分给出了可立即使用的实际信息和实例；深入部分更详细地介绍了快速入门部分使用的协议和技术。

读者阅读的顺序可根据自己的需要进行调整。可直接阅读本书，依次了解每部分，或者先阅读快速入门部分，在需要时参考深入部分，这样可尽快做起来；也可在阅读快速入门部分之前先阅读深入部分，以在钻研实现细节之前具有一定的背景知识。

0.5 更新、更正和其他资源

要查看本书所介绍主题的更多信息，可登录本人的嵌入式以太网网页，在 www.Lvr.com 上，这是本书出版商 Lakeview Research 的网站。在此网页，读者可找到以下内容：

- 本书所有 TINI 和 Rabbit 实例的完整源代码。
- 与 TINI 和 Rabbit 应用程序通信的 Windows 应用程序。
- 本书的更正和更新信息。
- 有关以太网和嵌入式系统的其他资源的链接。

本书文本参考了其他很多信息资源，包括标准和规范文档以及所涉及主题更多信息的书。

0.6 致 谢

如果没有很多专家的忠告、建议、更正、补充以及其他帮助，本书不会是现在这样。在此尤其要感谢 Rabbit 半导体公司的 Carrie Maha、Owen Magee 和 Norman Rogers，Dallas 半导体公司的 Kris Ardis 和 Don Loomis，Systronix 的 Bruce Boyes，EDTP 电子的 Fred Eady，





TCP/IP Clearly Explained 一书的作者 Pete Loshin, Tynamo 网络服务器的建立者 Shawn Silverman 以及 *Ethernet: The Definitive Guide* 一书的作者 Charles Spurgeon。

我希望读者发现本书的用途！欢迎批评指正。

Jan Axelson
jan@Lvr.com



目 录

第 1 章 网络基础

1.1 快速入门：网络设备	1
1.1.1 设 备	1
1.1.2 模块化设计	2
1.1.3 网络协议栈	3
1.1.4 客户机和服务器	7
1.1.5 互联网通信要求	8
1.1.6 关于网络服务器	9
1.2 深入探讨：以太网内部	9
1.2.1 优 点	9
1.2.2 缺 点	11
1.2.3 使用 PC 机进行网络通信	12
1.2.4 IEEE 802.3 标准	12
1.2.5 帧	14
1.2.6 介质访问控制：决定何时传送	16
1.2.7 物理地址	19
1.2.8 使用协议分析仪查看以太网通信	20

第 2 章 建立网络：硬件选择

2.1 快速入门：连接到 PC 机	22
2.1.1 组件和配置	22
2.1.2 其他选择	26
2.2 深入学习：缆线、连接和网速	26
2.2.1 不同用途的缆线类型	26
2.2.2 双绞电缆	28
2.2.3 光 缆	35
2.2.4 同轴电缆	39



2.2.5 恶劣环境中的连接	41
2.2.6 供电	42
2.2.7 无线化	42
2.2.8 介质系统	44
2.2.9 以太网控制器接口	50
2.2.10 使用重发型集线器、以太网交换机和路由器	52

第3章 设计选择

3.1 快速入门：组件选择	59
3.1.1 完全解决方案	59
3.1.2 专用模块	73
3.2 深入学习：以太网控制器	78
3.2.1 硬件的功能	78
3.2.2 以太网控制器基础	79
3.2.3 ASIX 电子公司的 AX88796	81
3.2.4 Realtek 公司的 RTL8019AS	85
3.2.5 SMSC 公司的 LAN91C96	87
3.2.6 Cirrus Logic 公司的 CS8900A	87

第4章 局域网和互联网通信中使用网络协议

4.1 快速入门：与互联网连接	89
4.1.1 获得互联网服务时的考虑	89
4.1.2 连接技术	90
4.1.3 静态和动态 IP 地址	95
4.1.4 多台计算机与互联网的连接	95
4.1.5 通过防火墙通信	96
4.1.6 域名的获取和使用	98
4.1.7 域名与 IP 地址的匹配	100
4.2 深入学习：IP 协议	102
4.2.1 IP 协议的功能	102
4.2.2 IP 地址	103
4.2.3 IP 报头	110
4.2.4 为主机分配 IP 地址	113
4.2.5 IP 地址与以太网接口的匹配	116

4.2.6 数据报如何到达目的地址	118
4.2.7 互联网控制报文协议	119

第5章 使用UDP和TCP交换报文

5.1 快速入门：基本通信	121
5.1.1 基于网络通信的设备配置	121
5.1.2 发送UDP数据报	126
5.1.3 接收UDP数据报	136
5.1.4 使用TCP交换报文	141
5.1.5 PC机应用程序的UDP和TCP	150
5.2 深入学习：UDP和TCP详情	152
5.2.1 关于套接字和端口	153
5.2.2 UDP：基本协议	154
5.2.3 TCP：增加握手信号和流量控制	157

第6章 使用动态数据提供Web页面

6.1 快速入门：两种方法	167
6.1.1 提供含动态数据的页面	168
6.1.2 Rabbit实时Web页面	169
6.1.3 TINI实时Web页面	174
6.2 深入学习：提供Web服务的协议	184
6.2.1 使用超文本传输协议	185
6.2.2 HTTP版本	186
6.2.3 HTTP报文	186
6.2.4 深入超文本标志语言	191
6.2.5 SSI指令	196

第7章 提供响应用户输入的Web页面

7.1 快速入门：设备控制器	199
7.1.1 设备控制器的Web页面	200
7.1.2 Rabbit设备控制器	200
7.1.3 TINI设备控制器	207
7.2 深入学习：使用CGI和服务小程序	221
7.2.1 用于嵌入式系统的CGI	221





7.2.2 用于嵌入式系统的服务小程序	223
7.2.3 接收窗体数据	224

第 8 章 嵌入式系统的 E-mail

8.1 快速入门：收发报文	245
8.1.1 从 Rabbit 发送 E-mail	246
8.1.2 从 TINI 中发送 E-mail	248
8.1.3 在 Rabbit 上接收 E-mail	252
8.1.4 在 TINI 上接收 E-mail	255
8.2 深入学习：E-mail 协议	263
8.2.1 E-mail 的工作原理	263
8.2.2 使用 SMTP	265
8.2.3 用 URL 发送 E-mail	272
8.2.4 使用 POP	273

第 9 章 使用 FTP

9.1 快速入门：FTP 客户端和服务端	280
9.1.1 Rabbit FTP 客户端	280
9.1.2 TINI FTP 客户端	287
9.1.3 Rabbit FTP 服务器	299
9.1.4 TINI FTP 服务器	303
9.2 深入学习：深入 FTP 内部	303
9.2.1 需求	303
9.2.2 传输文件	304
9.2.3 命令	305
9.2.4 通过 URL 请求文件	310

第 10 章 保持设备和网络安全

10.1 快速入门：通过密码限制访问	311
10.1.1 使用基本认证	312
10.1.2 Rabbit 上的基本认证	313
10.1.3 TINI 上的基本认证	316
10.2 深入学习：保护设备和局域网安全的 4 条规则	318
10.2.1 使用防火墙	318



10.2.2	通过用户名和密码限制访问.....	321
10.2.3	确认用户数据.....	322
10.2.4	加密私有数据.....	323

第1章

网络基础

一些计算机是独立的设备,几乎不需要与附近或远处的其他计算机交换信息。一般说来,这些计算机可通过如 USB 或 RS - 232 这类的本地接口与附近的打印机或其他设备通信。

但有了网络连接,计算机可到达本地接口以外的地方,通过电缆或电波近距离或远距离发送或接收各种信息。不同类型的计算机可通过彼此都支持的网络协议进行通信。在嵌入式系统的网络中,每个系统可与网络中的其他系统通信,共享信息、发送和响应请求。网络中的台式计算机监控着整个嵌入式系统的运行。

很多局域网使用流行的以太网(Ethernet)标准。以太网功能强且灵活,很多专门为网络设计的产品都内建对以太网的支持。路由器(或网关)使以太网可与其他网络中的计算机通信,包括互联网(Internet)上的计算机。

共享一个网络连接的两台或多台计算机构成了一个局域网(LAN, Local Area Network)。最小的网络只连接了两台计算机,例如,一台数据记录器连接到一台远程计算机,该远程计算机接收并显示记录器的数据;又如,一台 PC 机(个人计算机)使用网络连接监控一系列设备。另一个极端——互联网——是最大的网络。通过互联网连接,局域网中的计算机可访问互联网上的资源,互联网上的计算机也可使用局域网中的资源。

要设计和编写用于网络的嵌入式系统,必须了解建立网络的各种设备。因此,本章从建立网络的基础开始,然后介绍以太网,包括以太网的功能及管理网络的方法。

1.1 快速入门：网络设备

所有计算机网络都有一些共同点。每个网络都必须有一些物理设备,使得网络中的计算机可相互交换数据,而且每个网络中的计算机都必须对连接计算机的数据路径的共享达成共识,这样有助于保证数据传送到目的地。

1.1.1 设 备

所有网络都包括以下物理设备:



- 需要互相通信的两台或多台计算机。在本书所述的网络中,至少有一台计算机是嵌入式系统,设备中包含一个专门处理一个特定任务或一系列相关任务的计算机。
- 一个确定的物理接口,保证发送计算机的输出与接收计算机的输入兼容。在以太网中,以太网标准规定了这种接口。
- 连接计算机的电缆和无线收发器。对电缆而言,以太网有几种选项。以太网接口也可连接称为无线接入点(Wireless Access Point)的设备,该设备使嵌入式系统可接入无线网络。

网络中的计算机还需要遵守共享网络的以下方面:

- 确定计算机何时可在网络上传送的规则。当多台计算机共享一条数据路径时,无论在电缆还是无线介质中,计算机都需要知道何时才能传送。以太网标准包含了确定计算机何时可传送的规则。
- 标识传送目的地的方法。在以太网中,多台计算机可接收专用于网络中一台计算机的信息。当该信息到达计算机的网络接口时,计算机需要知道该信息是给自己的还是给其他计算机的。以太网中的每次通信都包含一个用于标识目标接收方以太网接口的硬件地址。一些通信还使用包含更多地址信息的互联网协议(IP 协议),如标识互联网和端口上发送和接收计算机的地址,或在目标计算机处接收通信的进程。
- 网络上的信息传递有确定的格式,使计算机可理解和使用从网络上获得的信息。在以太网中,所有数据传递以称作帧(Frame)的结构进行,每一帧包含数据、地址以及其他信息字段,有助于数据无差错地传输到目的地。帧数据段的信息也可用于协议,使帧的接收端可确定如何处理所接收到的信息。

1.1.2 模块化设计

为了使网络设计和维护更容易,大多数联网计算机用多个模块或组件来共同处理网络通信。每个模块负责一项或一组相关的任务。每个模块知道如何与其他一个或多个模块交换信息,但不需要知道其他模块完成任务的细节。

模块化的方法带来很多好处。如果各模块尽可能地独立,就很容易做到随时改变,甚至可整个更换一个模块,而不要求其他模块有任何改变。如果模块包含了完成功能的所有代码,那么隔离的问题就变得更容易解决。

一个模块可由硬件、软件或两者的结合组成。软件模块可像较大应用程序内的一个进程或者子程序那么小,或像单位代码那么小。模块也可以是程序库或独立文件中的一个类或者类包。



在嵌入式系统中,程序代码可称为固件,一般指程序代码存储在 Flash 存储器或其他非易失性的存储器芯片中,而不是存储在磁盘驱动器中。一般说来,在驱动器里存储的软件,用户可随时安装、运行和卸载应用程序;与此相反,固件一般是器件一个很少改变的部分。用户可将新固件下载到器件中,但新固件一般只是现有代码的更新或升级,而不是完全不同的应用。

1.1.3 网络协议栈

网络中使用的模块可看作是一层层堆砌起来的。计算机网络协议栈由用于网络的模块组成。图 1-1 显示了一个网络协议栈的例子,该协议栈用于连接到以太网的计算机,支持常见的互联网协议。

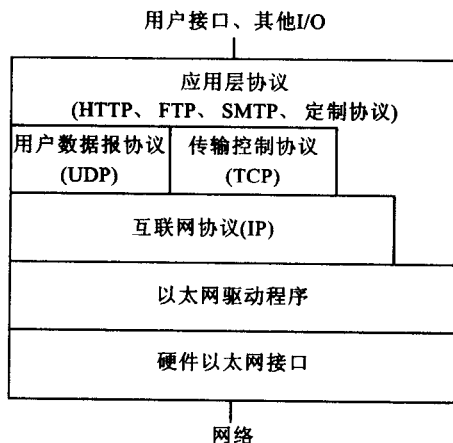


图 1-1 一个网络协议栈的例子

为了避免混乱,需要指出,在此使用术语“栈”与计算机 CPU(中央处理器)内部的栈无关。CPU 的栈是用于临时存储的一块特定存储区,与网络没有直接关系。

大多数具有网络支持的计算机使用分层模型,每个组件管理网络通信工作的一部分。栈的底层是与网络电缆连接的硬件接口;栈顶是一个或多个模块,这些模块提供需要在网络上传输的数据或利用从网络接收的数据;中间部分可能是一个或多个包含寻址、检错、提供和利用状态及控制信息等功能的模块。

发送时,信息从应用层向下传递到网络接口。应用层将信息送到网络接口,网络接口把信息放到网络上。接收时,报文从网络接口向上传递到应用层,应用层利用所接收信息中的数据。

信息经过的层数不是不变的。对只在局域网内传递的信息,应用层直接与以太网驱



动程序通信。在互联网上传递的信息必须使用 IP 协议(互联网协议)。使用 IP 协议的信息也可使用 UDP 协议(用户数据报协议)或 TCP 协议(传输控制协议)来增加检错和流量控制能力。

1. 应用程序: 提供和利用网络数据

应用程序提供用于网络传输的数据并利用从网络上接收到的数据。应用程序通常具有一个用户接口,使用户可请求来自网络上计算机的数据,或提供需要在网络上传输的数据。在嵌入式系统中,用户接口可以只有基本的配置和监视功能,而系统能在无用户干预的情况下进行网络通信。

应用程序发送或接收的数据可以是任何类型的数据:数据字节、文本、网页请求、网页内容、文本文件、图像、二进制数据或程序代码,以及一台计算机想传给网络中另一台计算机的任何数据。

应用程序发送的数据遵从从一个或一组协议,使接收计算机上的应用程序知道如何处理收到的数据。应用程序可使用标准协议,如用于请求和发送网页的 HTTP 协议(超文本传输协议);用于传送文件的 FTP 协议(文件传输协议);用于收发电子邮件信息的 SMTP 协议(简单邮件传输协议)和 POP3(邮局协议)。应用程序也可使用专用协议发送和接收数据。

在嵌入式系统中,应用程序可能是一个周期性读取和存储传感器数据或其他外部信号状态的模块,或者是利用接收到的数据控制电机、继电器或其他电路的模块。嵌入式系统可作为网络服务器,接收和响应网页请求,使用户可提供或观察实时数据。嵌入式系统通过电子邮件或 FTP 以文件形式发送和接收信息。

应用层可支持多进程或多任务。例如,一个系统可作为网站主机,也可作为 FTP 服务器,以便于文件下载。端口号用于标识目标计算机处的特定进程。

2. TCP 和 UDP: 检错、流量控制和端口

网络通信通常包括有助于数据高效和无差错传输到目的地的附加信息。支持 TCP 的模块可增加用于检错、流量控制以及标识源和目标计算机处应用层进程的信息。

当接收到的信息与传送的信息不一致时,检错值可帮助接收方发现错误。流量控制信息有助于发送方确定接收方是否准备好接收更多数据,而应用层端口或进程的标识值有助于将接收到的数据分配到正确的应用层进程。

TCP 协议能完成所有这些功能。很多互联网和局域网通信使用 TCP 协议,如请求网页、发送和接收电子邮件。Windows 和其他操作系统内建对 TCP 协议的支持。支持网络的嵌入式系统开发包通常包括支持 TCP 协议的库或包。

在利用 TCP 协议传送数据时,应用层把要传送的数据和标识数据源和目的地的值传递给 TCP 层。TCP 层建立一个 TCP 报文段,由应用数据和加在应用数据前的报头组成,如图 1-2 所示。图中,UDP 和 TCP 层在将数据传递到下一级栈之前增加报头;反方

向,UDP 和 TCP 层在将数据传递到上一级栈之前去掉报头。报头具有确定的结构,包括用于检错、流量控制和将信息分配到正确目标端的域。TCP 层不会改变要传送的信息,只是把信息放到 TCP 报文段的数据部分。TCP 报文段封装从应用层接收的数据或为这些数据提供容器。然后,TCP 层将 TCP 报文段传递到 IP 层,以便于网上传输。

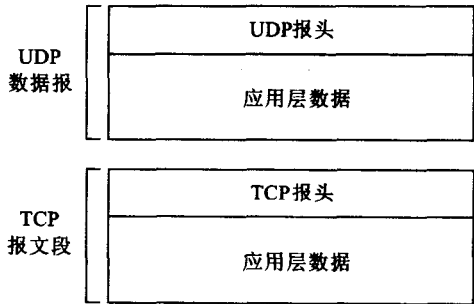


图 1-2 UDP 数据报和 TCP 报文段

另一方面,TCP 层接收来自 IP 层的报文段,去掉 TCP 报头,然后把报文段传递到 TCP 报头中指定的端口。

可替代 TCP 协议的一个简单协议是 UDP 协议(用户数据报协议)。与 TCP 报文段类似,UDP 数据报有一个报头,后面紧跟包含应用层数据的数据部分。UDP 协议包含指定端口的域以及可任选的检错域,但不支持流量控制。Windows 和很多嵌入式系统的开发包都支持 UDP 协议。

第 5 章有 TCP 和 UDP 的详细介绍。

在某些网络里,通信可完全跳过 TCP/UDP 层。例如,嵌入式系统的局域网不需要流量控制和附加的检错功能,这些功能超过了以太网帧所提供的功能。在这种情况下,应用程序可与网络协议栈中的低层协议直接通信,如 IP 层或以太网驱动程序。

3. IP: 互联网寻址和路由

即使源和目标计算机在不同的局域网中,IP(互联网协议)层也可把数据送到目的地。正如其名字所暗示的一样,IP 协议使互联网上的计算机可以互相通信。因为 IP 与 TCP 和 UDP 具有紧密联系,所以使用 TCP 和 UDP 协议的局域网也使用 IP 协议。

术语 TCP/IP 指使用 TCP 和 IP 协议的通信。广义上,该术语也可指包括 TCP、IP 以及 UDP 之类相关协议的一组协议。

在以太网中,通过惟一的硬件地址标识网络上的接口。相比之下,IP 地址更灵活,因为 IP 地址不是某类网络专用的。使用 IP 协议的信息可在不同类型的网络上传输,包括以太网、令牌网和无线网以及支持 IP 协议的各种网络。

发送报文时,TCP 层把 TCP 报文段以及源和目标地址传递到 IP 层。IP 层将 TCP

