

机顶盒系统

PPP协商机制

设计
电视机

19

68-71

机顶盒系统中 PPP 协商机制的设计与实现

The Design and Implementation of PPP Negotiating Mechanism in Set-Top-Box System

李 艺 李新明

TN 949.1

(装备指挥技术学院 北京 101416)

Abstract Set-Top-Box(STB)is a kind of family information products. The family of TCP/IP protocols is used to link the STB to Internet. STB as a client can be linked to a server by PPP negotiating mechanism. This paper introduces the overview of PPP negotiating mechanism, the types and format of PPP negotiating packet, the finite-state automation module. PPP negotiating mechanism is successfully implemented in "STB" item of "nua plan".

Keywords PPP protocol, Finite-state automation, Negotiate

1 设计背景

当今的时代是“网络时代”，网络已渗透到生活的各个方面，电视机之类的家用电器增加上网功能已是社会发展的需要。机顶盒是当前比较热门的信息家电产品，它利用普通彩电作为显示器，通过 Modem 和电话线与因特网相连，完成浏览网页、收发电子邮件等基本上网功能。PPP 协议作为数据链路层的协议与 TCP/IP 协议簇一起，构成机顶盒核心软件的网络部分。

PPP 协议是 Internet 工程任务组(IETF)制定的标准，用于连接客户机和服务器以及路由器来形成网络，提供在点到点的链路上传输多协议的数据包的一种方法。PPP 可以通过协商来建立一个最佳配置状态的点到点的链路。协商内容可以包括数据封装格式、分组大小、链路质量、链路鉴别及网络协议等。PPP 能处理多个网络层协议。不象串行 IP 协议(SLIP)及只处理 IP 数据报的 IETF 路由协议那样，PPP 支持广泛的分组格式，包括 IP、Novel IPX、Appletalk、DECnet、XNS、Banyan Vines 及 OSI。每个网络层协议分别由适当的网络控制协议 NCP 来配置。PPP 协议由于在协商各种配置选项、支持多种协议、协议的可扩展性以及广域网服务的独立性等方面的优点，而成为一个事实上的广域网链路协议。

2 PPP 协议协商机制综述

PPP 协议有两个主要的功能，一是提供对多协议数据包的封装方法，另一个是通过协商机制建立点到点的链路。PPP 协议提供链接控制协议 LCP，建立、构

造并测试数据链路的连接。提供网络控制协议簇 NCP，建立并构造不同的网络层协议。最常用的网络控制协议包括互联网协议控制协议 IPCP 和密码验证协议 PAP。

PPP 协议建立点到点的链路的过程，实际上就是实现 LCP 协议和 NCP 协议组，协商各种配置参数的过程。它采用可扩展的选项协商机制来协商各协议的配置参数。PPP 协议协商机制的实现要经过几个阶段，每一个阶段实现一个或一组协议。每一个协议的实现都要通过一系列的协商，交换双方的协商包，最后确认一组共同的选项值。PPP 的协商要经过如下几个阶段：

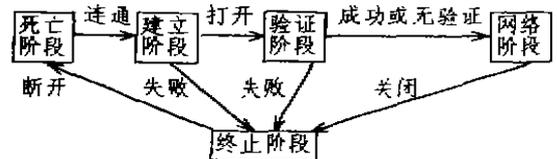


图1 PPP 协商的阶段

·死亡阶段是 PPP 链接的开始和结束阶段，此时，底层线路尚未连通。

·建立阶段实现 LCP 协议，建立点到点的连接。此阶段要交换 LCP 构造包，协商 LCP 的各个选项，直到双方的选项都被对方确认。LCP 协议可协商的选项如最大接收单元长度、线路上使用的异步控制字符、协议域是否压缩、地址和控制域是否压缩、是否要采用 PAP 或 CHAP 验证协议、是否采用 TCP/IP 头压缩协

议,等等。

·验证阶段进行密码验证。实现口令鉴别协议 PAP 或者查询交换鉴别协议 CHAP 等密码验证协议,对客户端的用户名及密码进行验证。

·网络阶段实现各种网络控制协议,对所支持的网络层协议进行配置,如互联网协议控制协议 IPCP,对 IP 协议进行配置。IPCP 协议可协商选项如本地 IP 地址、主域名服务器地址、辅域名服务器地址等等。

·在建立阶段、验证阶段或网络阶段,都可以由于异常或管理员命令进入终止阶段,中断 PPP 的连接。

3 PPP 协商包的设计

PPP 协商包是 PPP 协议协商机制实现中交换的数据包。PPP 协议的协商是通过交换各种协商包来实现的,协商包的包头的结构设计如下:

协商包的类型	协商包的编号
包的长度	

每个协商包都有一个编号,以便在协商过程中判断收到的回答包是对哪一个请求包的回答。协商包的长度是不定的,不同类型的协商包长度不同,相同类型的协商包其长度也常常不同,所以在包头要指定整个包的有效长度。

协商包的类型有以下几种,但每种类型的协商包,对不同的协议而言,其格式是不同的,也不是每个协议都支持所有类型的协商包。如终止请求包、回声请求包等就只有 LCP 协议支持。每个协议支持哪些类型的协商包由对应的标准指定,在此不再详述。PPP 协商包的类型说明如下:

·构造包:包括构造请求包、构造确认包、构造否认包和构造拒绝包四种类型。用于协商各种配置选项的值。当需要与对方建立联系时,发送构造请求包,包中包含需要对方确认的所有配置选项的协商值。当接收到构造请求包后,如果每一个选项都可识别,且其值可接受,发送构造确认包,如果有的选项可识别,但其值不可接受时,发送构造否认包。如果某个选项不可识别,或不可协商时,发送构造拒绝包。

·终止包:包括终止请求包和终止确认包两种类型,用于协商关闭连接。当一方需要主动关闭连接时,发送终止请求包。对方收到终止请求包后,发送终止确认包。

·拒绝包:包括代码拒绝包和协议拒绝包两种类型。当接收到的包的代码未知或包的协议不被支持时,发送。

·测试包:包括回声请求包、回声回答包和丢弃包

三种类型。用于调试链路质量、性能和其它功能。

4 有限状态机的设计

4.1 数据结构

每个协议的协商过程都可以用一个抽象的有限状态机来描述。有限状态机包含状态、驱动状态转换的事件、状态转换时要执行的动作等基本要素。与有限状态机相关的关键数据结构如图2所示。

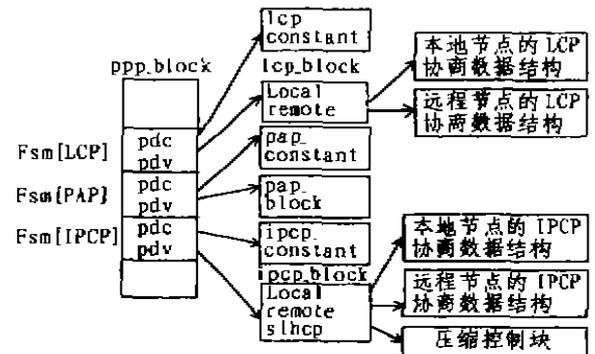
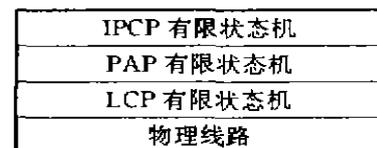


图2 有限状态机的关键数据结构

PPP 协议由唯一的一个 ppp_block 结构来描述,其中 fsm[] 数组说明 PPP 所支持的其它协议的有限状态机。本系统支持 LCP、PAP 和 IPCP 三个协议。每个协议是一个有限状态机,由一个 fsm_block 结构来描述。其中定义了有限状态机的状态、当前的协议包编号等信息,pdc 和 pdv 分别指向与协议相关的常量部分和可变部分,* *_constant 定义协议的常量部分,如协议名、协议可识别的协商包代码、以及一组函数指针。有限状态机将通过这组指针,调用各个协议自己的处理函数。* *_block 定义协议的可变部分,如双方的协商结果等。

PPP 协议中要实现 LCP、PAP 和 IPCP 三个协议在逻辑上构成如下一个层次结构:



在下面的状态机的状态、事件和执行动作的描述中,“上层”和“下层”都基于此逻辑层次关系。如对 LCP 有限状态机而言,上层为 PAP 有限状态机,下层为物理线路。

4.2 状态

每个有限状态机都有以下几个状态:

·初始态:下层断开,上层未打开。

·启动态:上层已要求打开,但下层仍断开。

·关闭态:下层已连通,但上层尚未要求打开。

·停止态:连接终止或其它连接失败。

·正在关闭态:正在请求终止连接。

·正在停止态:正在关闭态时,又请求打开的一个中间状态。

·请求发送态:构造请求包已发送,但尚未收到确认包。

·确认接收态:已收到确认包,但尚未给对方发送确认包。

·确认发送态:已给对方发送确认包,但尚未收到对方给本方的确认包。

·打开态:已收到确认包,也给对方发送了确认包。

4.3 事件

有限状态机发生状态转换,并执行采取相应的动作是由各种事件驱动的。这些事件可能是由于接收到外部的某种命令、接收到对方的协商包或者发生超时等,分别说明如下:

·连通和断开:当下层从断开进入连通或反之之时,通过此事件通知上层。如当拨号成功,物理线路连通时,向 LCP 有限状态机发送“连通”事件。

·打开和关闭:当上层准备传输或不再传输时,通过此事件通知下层。如 LCP 打开后,将向 PAP 发送“打开”事件,打开 PAP 有限状态机。

·超时:当有限状态机处于正在关闭态、正在停止态、请求发送态、确认接收态、确认发送态等状态时,都要启动一个时间计数器。因为在上述状态时,都在等待对方的某种类型的回答包,如果在指定的时间内没有收到回答,则发生超时事件。此时,一般执行的动作是重发上一个包,但一个包被重发的最多次数是有限制的,根据是否允许重发上一个包,超时事件分为超时+和超时-两个事件。

·接收协商包:根据接收到的协商包的类型可分为接收到请求包+ (请求包可确认)、接收到请求包- (请求包不可确认)、接收到确认包、接收到非确认包、接收到终止请求包、接收到终止确认包、接收到拒绝包+ (不会引发灾难性后果)、接收到拒绝包- (会引发灾难性后果)、接收到测试包、接收到不可识别包等事件。

4.4 动作

有限状态机当发生上述事件时,要执行相应的动作。典型的动作是发送某种类型的包,启动或终止重发时钟,将关键状态通知上下层等。说明如下:

·非法事件-:不可能发生的事件。

·本层连通 Tlu:通知上层,本层进入打开状态,一般向上层发送“连通”事件。

·本层断开 Tld:通知上层,本层不再是打开状态,一般向上层发送“断开”事件。

·本层启动 Tls:通知下层,本层开始启动,下层应进行连接,一般向下层发送“打开”事件。

·本层结束 Tlf:通知下层,本层已结束,下层不必再处于连接中,一般向下层发送“关闭”事件。

·初始化重发计数器 Irc:将重发计数器设置到初始值,即最大值。每发送一个包,重发计数器减1,当重发计数器为0时,不允许再发送协商包。

·清零重发计数器 Zrc:将重发计数器设置为零,即不允许再发送协商包。

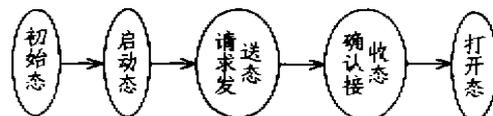


图3 与263网络协商时的 LCP 状态机状态转换图

·发送协商包:根据发送的协商包的类型,分为发送请求包 Scr、发送确认包 Sca、发送否认包 Scn、发送终止请求包 Str、发送终止确认包 Sta、发送代码拒绝包 Scj、发送回声回答 Ser 等动作。

4.5 状态转换图

下面用图表的形式说明 PPP 有限状态机的状态转换图。其中横向为状态,纵向为事件,表项为要执行的动作和转换后的新状态,用“动作1,动作2,……,动作n→新状态”的格式表示。

5 一个实例

PPP 有限状态机的状态转换图是一个很复杂的过程,下面以本系统与263网络的协商过程为例,说明 LCP 状态机的状态转换过程。

1)当用户有数据需要传输时,向 LCP 状态机发出打开命令,发生打开事件,LCP 开始启动,进入启动态,并启动拨号模块,开始拨号。

2)当拨号成功,线路连通时,将通知上层 LCP,发生连通事件,LCP 初始化重发计数器,向263服务器发送构造请求包,启动重发时钟,等待对方的确认或否认包,并进入请求发送态。

3)263服务器确认了所有的选项,发送确认包,本端接收到确认包,LCP 状态机初始化重发计数器,启动重发时钟,等待对方的构造请求包,并进入确认接收态。

4)263服务器发送它自己的构造请求包,所有的选项都被确认,则发生事件④,即接收到请求包+事件,

LCP 停止重发时钟,向对方发送确认包,进入打开态。成时,PPP 进入网络阶段,可以开始与服务器交换数据。
5)此时,LCP 协商完成,当所有的 PPP 协商都完 据。

表1 PPP 有限状态机的状态转换图

状态事件	初始态0	启动态1	关闭态2	停止态3	正在关闭态4	正在停止态5	请求发送态6	确认接收态7	确认发送态8	打开态9
连通	→2	Irc,Scr→6	—	—	—	—	—	—	—	—
断开	—	—	→0	Tls→1	→0	→1	→1	→1	→1	Tld→1
打开	Tls→1	→1	Irc,Scr→6	→3r	→5r	→5r	→6	→7	→8	→9r
关闭	→0	Tlf→0	→2	→2	→4	→4	Irc,Str→4	Irc,Str→4	Irc,Str→4	Tld,Irc Str→4
超时+	—	—	—	—	Str→4	Str→5	Scr→6	Scr→6	Scr→8	—
超时-	—	—	—	—	Tlf→4	Tlf→3	Tlf→3p	Tlf→3	Tlf→3p	—
接收到请求包+	—	—	Sta→2	Irc,Scr Sca→8	→4	→5	Sca→8	Sca,Tlu→9	Sca→8	Tld,Scr Sca→8
接收到请求包-	—	—	Sta→2	Irc,Scr Scn→6	→4	→5	Scn→6	Scn→7	Scn→6	Tld,Scr Sca→6
接收到确认包	—	—	Sta→2	Sta→3	→4	→5	Irc→7	Scr→6x	Irc,Tlu→9	Tld,Scr→6x
接收到非确认包	—	—	Sta→2	Sta→3	→4	→5	Irc,Scr→6	Scr→6x	Irc,Scr→8	Tld,Scr→6x
接收到终止请求包	—	—	Sta→2	Sta→3	→4	→5	Sta→6	Sta→6	Sta→6	Tld,Zrc Sta→5
接收到终止确认包	—	—	→2	→3	Tlf→2	Tlf→3	→6	→6	→8	Tld,Scr→6
接收到不可识别包	—	—	Scj→2	Scj→3	Scj→4	Scj→5	Scj→6	Scj→7	Scj→8	Scj→9
接收到拒绝包+	—	—	→2	→3	→4	→5	→6	→6	→8	→9
接收到拒绝包-	—	—	Tlf→2	Tlf→3	Tlf→2	Tlf→3	Tlf→3	Tlf→3	Tlf→3	Tld,Irc Str→5
接收到回声包	—	—	→2	→3	→4	→5	→6	→7	→8	Ser→9

结束语 PPP 协议的一个主要功能是建立点到点的链路。链路的建立过程,实际上就是一个协商过程。通过协商机制,实现 PPP 协议的 LCP 协议、PAP 协议和 IPCP 协议。协商机制用有限状态机的模型来实现,每一个协议用一个有限状态机来描述。协商成功就是将有限状态机的状态从初始态推进到打开态,上述设计在中科院“女娲计划”的机顶盒项目中已成功实现。

参考文献

- 1 Simpson W. The Point-to-Point Protocol (PPP). RFC 1661, July 1994
- 2 Jacobson V. Compressing TCP/IP Headers. RFC 1144. January 1990
- 3 McGregor G. The PPP Internet Protocol Control Protocol (IPCP). RFC 1332, May 1992
- 4 Perkins D, Hobby R. The Point-to-Point Protocol (PPP) Initial Configuration Options. RFC 1172, July 1990

(上接第81页)

有利于保护已有开发资源,这也是一件需要解决的十分现实的事情。

当然,对用户而言,使用浏览器不仅能够浏览内容而且可以浏览对象是再好不过了。在网络浏览器市场声名显赫的 Netscape 公司,与它的合作伙伴 Visigenic 公司,将 Java ORB 捆绑到 Navigator 4. x 浏览器里。他们还还为 Java 的对象请求代理技术与网景的企业服务器 (Netscape's Enterprise Server 3. 0) 提供了 Visigenic 的 VisiBroker。网景宣称他们开发的产品是完整的 CORBA/IIOP 产品,网景 Navigator 不仅可以浏览内容也可以浏览对象。

当前,有许许多多的科研机构、公司、开发商都在从事相关的研究工作,这些研究成果必将使网络的分布式应用更为广泛。

参考文献

- 1 ORB Technology Description. Software Engineering Institute. Available at: <http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/orb.html>
- 2 Vinoski S. CORBA: Integrating Diverse Applications Within Distributed Heterogeneous Environments. IEEE Communications Magazine, 1997, 14(Feb.)
- 3 Albertson T. Distributed object application development. The Java-CORBA solution (Part 3 of 4). Available at: <http://www.developer.com/news/techfocus/030998-dist3.html>
- 4 Distributed objects and the World Wide Web (ANSA). Available at: <http://www.ansa.co.uk/ANSA/ISF/wwwCorba.all.htm>