

基于高速以太网的基金会现场总线 通信会话层的设计与实现*

孟 昱 金心宇 张 昱 浙江大学信电系(310027)

Abstract

HSE FDA Session operates on TCP/UDP protocol, which makes HSE Fieldbus have much higher communication speed than H1 Fieldbus. Session is an important layer in HSE FF Fieldbus. It provides the communication channel for FMS and FDA messages. In this paper, the realization process of Session has been elucidated in detail.

Keywords: high speed ethernet, foundation fieldbus, application relationship, TCP/UDP protocol

摘 要

高速 FF 现场总线的会话层(FDA Session)工作在 TCP/UDP 协议之上,这使得 HSE 总线比 H1 总线有更高的通信速率。Session 是 HSE FF 总线中重要的一层,它为 FMS 消息和 FDA 消息提供了通信通道,本文详细介绍了 Session 的具体实现过程。

关键词: 高速以太网,基金会现场总线,应用关系,TCP/UDP 协议

0 引言

现场总线是一种全数字式的串行双向通信系统,用于过程自动化、制造自动化、楼宇自动化等领域的现场智能设备互连通讯网络。目前世界上约有 40 多种现场总线,其中基金会现场总线(FF 总线)得到了世界上几乎所有的著名仪表制造商的支持,同时遵守 IEC 的协议规划,与 IEC 的现场总线国际标准和草案基本一致,加上它在技术上的优势,极有可能成为主流发展趋势。

FF 现场总线分为 H1 低速部分和 HSE 高速部分。两者的主要区别是,H1 低速网络的应用层建立在物理层、数据链路层之上,而 HSE 高速部分建立在 TCP/UDP 协议之上。这决定了两种现场总线的通信速率不同,HSE 现场总线的通信速率为 100Mb/s,大大超过了 H1 总线的 31.25kb/s。所以,HSE 将有广阔的应用前景。

现场总线基金会致力于开发出统一标准的现场总线,并已于 1996 年一季度颁布了低速总线 H1 的标准,安装了示范系统,将不同厂商的符合 FF 规范的仪表互连为控制系统和通信网络,使 H1 低速总线步入实用阶段。而基于高速以太网(High Speed Ethernet,简称 HSE)的现场总线协议 FS 1.0 于 2000 年 3

月才制定出来,同年 11 月又颁布了第二版 FS 1.1。这是一项很新的技术,本文详细描述了第二版 FS 1.1 中的 FDA Session(Field Device Access Session)部分基于 VC++ 6.0 开发环境的具体实现过程。

1 Session 的协议结构

一个完整的 HSE 系统有以下几部分构成:HSE 管理和 TCP/UDP 及其以下的协议(称为 HSE 通信栈)、FDA 代理、用户层(包括 NMA、SMK、FBAP 及和 H1 的接口)。

其中,FDA 代理是 HSE 的核心部分,是最能体现 HSE 系统特点的部分,它不同于 H1 系统的相应用户层。如图 1,FDA 由四层协议状态机组成:高速以太网虚通信关系状态机制 HSE VCR、FDA 服务协议机制 FSPM、应用关系协议机制 ARPM、套接字映射协议机制 SMPM。在 FDA 的四层协议结构中,VCR 和 ARPM 是核心的两层。FSPM 和 SMPM 分别提供了 VCR 与 ARPM、ARPM 与传输层 TCP/UDP 协议之间的接口。基于全面性的考虑,我们将 FSPM、ARPM 和 SMPM 统称为 Session。

FDA Session 是一种应用关系(AR-Application Relationship),用于在 FDA 代理端点之间传输数据。在一个分布式系统中,通过一个定义好的应用层通信

* 本课题为国家“九五”攻关资助项目(项目编号:96-749-02-01)。

通道来交换应用层报文,应用程序通过这种方式相互通信,这些通信通道在现场总线应用层被定义为应用关系。HSE VCR 提供对虚现场设备 VFD 的访问,这种访问要在 Session 建立的基础上才能够进行。FDA 代理通过 Session 传输 FDA 和 FMS 消息。

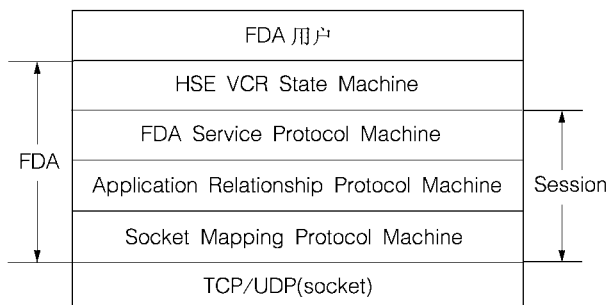


图 1 Session 的协议结构

HSE FDA Session 作为一种 AR,在功能上对应于低速 H1 以太网中的现场访问子层(FAS-Fieldbus Access Sublayer)AR,和后者有许多相似之处。然而就其信息格式而言,H1 部分是为了匹配低速率的通信设置,而 HSE FDA Session 部分的编码格式则是为了最好地适应高速率的通信。

2 Session 的具体实现

Session 部分要完成三部分工作:①提供 VCR 与 Session 的 Id 号或索引,以便确定 VCR 和 Session 的对应关系;②基于 HSE FF 协议进行 Session 消息编码和解码,并进行相应的处理;③调用 TCP/UDP 协议提供的套接字接收和发送数据。

2.1 VCR 与 Session 端点的对应

与 H1 现场总线不同,在基于高速以太网的 FF 现场总线中,一个 Session 可以对应多个 VCR。对于每一个 Session,分配给它一个应用关系端点参数,应用关系端点参数和 VCR_Id 一起被维护在网管信息库中。对于一条原语来说,它需要提供应用关系端点或 VCR_Id 其中的某一项,然后通过检索信息库,确定 Session 与 VCR 的对应。

FSPM 负责把上层用户发来的信息转换成为 Session 的内部协议格式,并根据应用关系端点参数,为该服务选择一个合适的应用关系协议机制;同样的,根据应用关系端点参数,把 Session 的内部协议格式转换为用户可接收的格式,传送给上层 VCR。简而言之,它是 VCR 和 Session 之间的接口。

2.2 ARPM 层的实现

ARPM 是 FDA Session 的核心层。它完成了对经过 Session 层数据的编解码和对 Session 话路的控制。

2.2.1 ARPM 层对消息的编码

FDA、FMS 消息通过 ARPM 进行传输,在发送端,

ARPM 对数据以 FDA Session 消息格式编码成为协议数据包,将消息和话路本身的参数添加在信息头、信息尾或服务特定参数中。

如图 2 所示,经 Session 编码好的消息包括三部分:信息头、服务特定参数+用户数据(可选)、信息尾。

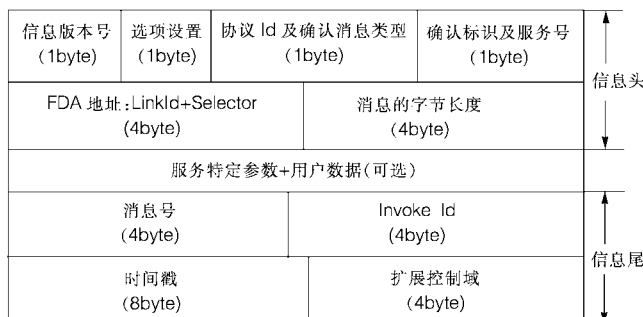


图 2 Session 消息格式

信息头尾中的每一项都表示特定的意义。其中,信息头中的“协议 Id 及确认消息类型”项,按照协议的规范,指明了消息传输的服务协议类型和确认消息的种类。对于 ARPM 来说,需要区分的服务协议类型包括 FDA Session Management 服务和 FMS 服务;对于需要确认的消息,有三种类型:请求消息,回答消息和出错消息。“确认标识及服务 Id”指明了具体的服务号 and 是否为需确认消息。

“FDA 地址”包含了网段类型(HSE 或 H1)和相关 VCR 的信息,用于指明目的 VCR 端点。“消息的字节长度”则是整个消息的长度。这几项参数包含了消息最重要的信息。

在接收端,ARPM 对接收到的协议数据包进行解码,获得有关消息和话路的信息,并进行相应的处理。接收端 ARPM 和发送端 ARPM 是一个对等进程,在接收端 ARPM 层,解码以后的数据与发送端 ARPM 编码前的数据是完全一样的,带有 Session 信息头和消息尾的数据不会被传送到 VCR 层。这体现了网络数据传输的透明性。

2.2.2 ARPM 程序流程

Session 为上层的 VCR 提供服务,存在三种不同的 Session 类型:客户机/服务器 Session,发布者/预订者 Session,报文分发 Session。客户机/服务器 Session 基于 TCP 协议进行面向连接的数据传输,发布者/预订者与报文分发 Session 在实现中不做区分,都是基于 UDP 进行无连接的数据传输。

前面已经提到,Session 将对 FMS 消息和 FDA 消息进行传输,这两个消息分别基于 FMS 服务和 FDA Session 管理服务。对于 FMS 消息,ARPM 只需要对从 VCR 传来的消息按照 Session 的消息格式加上信息头和信息尾;对于 FDA 消息,ARPM 还要在信

息头之后加上自己的服务特定参数, 以实现 Session 话路的控制。ARPM 发送端的程序流程如图 3, 接收端对收到的消息进行解码, 获取所需的信息, 然后进行相应的处理, 其流程与发送端类似, 这里不再图示。

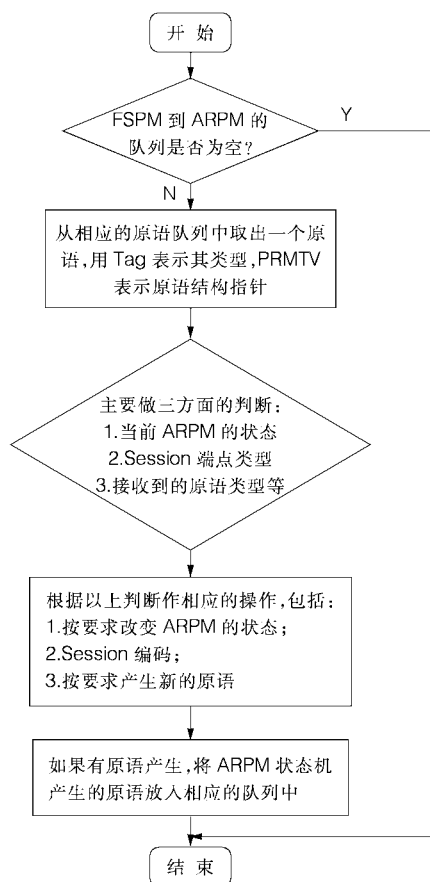


图 3 ARPM 发送端流程图

2.3 对协议数据包的发送和接收

SMPM 是 Session 与传输层 TCP/UDP 协议的接口, 它调用 TCP/UDP 协议提供的套接字接口对数据进行发送和接收。

为了提高传输效率, SMPM 将需要发送的多条协议数据打包后放在特定的缓冲区内, 当等待发送的数据超过缓冲区长度时, 发送打包后的数据, 缓冲区的默认长度为 1460bits。同时为了避免长时间的延迟, 协议规定, 在最大传输延迟时间到达时缓冲区仍然没有填满, 则自动发送缓冲区内的数据。发送端程序流程见图 4。在接收端, SMPM 将收到的数据解包, 形成多条原语发给上层的 ARPM。

3 结束语

在基于高速以太网的 FF 现场总线中, 大部分的通信量都要通过 FDA Session 来完成, 所以说 FDA Session 是高速以太网 FF 现场总线的关键部分, 它实现的好坏直接关系到 FF 现场总线的通信质量。本文成功地实现了 HSE FDA Session 部分, 并详细

描述了其实现的具体过程。通过计算机局域网的模拟测试, 该实现方案能够很好的完成通信。

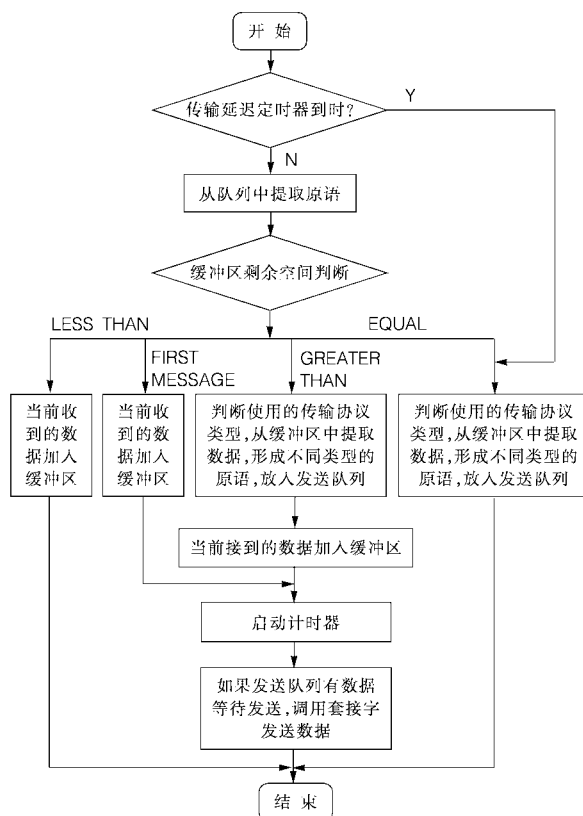


图 4 发送端 SMPM 程序流程

参考文献

- 1 FOUNDATIONTM Fieldbus Specifications HSE Ethernet Presence, FF-586, FS 1.1[S]. Fieldbus Foundation, 2000(11)
- 2 FOUNDATIONTM Fieldbus Specifications HSE System Management, FF-589, FS 1.1[S]. Fieldbus Foundation, 2000(11)
- 3 FOUNDATIONTM Fieldbus Specifications HSE Field Device Access Agent, FF-588, FS1.1[S]. Fieldbus Foundation, 2000(11)
- 4 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999(6)
- 5 刘建昌, 等. PROFIBUS 与基金会现场总线[J]. 基础自动化, 2001(2)
- 6 张志学, 等. 以太网与现场总线[J]. 工业控制计算机, 2001(7)
- 7 郑萍, 等. 基金会现场总线技术及其产品开发[J]. 工业控制计算机, 2001(1)
- 8 魏剑魁, 等. 基金会现场总线通信协议栈一致性测试[J]. 工业控制计算机, 2001(9)
- 9 Jeff Child. Ethernet, Windows, and Web technology invade the factory floor[J]. Electronic Design, 1999(7)

[收稿日期: 2002.3.8]