

卫星广播环境中可靠传输协议的设计与实现^①

魏晓莉¹ 段 涛² (1.北京邮电大学 计算机学院 北京 100876;2.总参 54 所 北京 100083)

摘 要: 以卫星数据广播作为背景,设计一个基于 UDP/IP 的数据传输协议。由于卫星传输网只支持网络层以下各层的数据包传送业务,传输协议的设计将重点放在传输层和应用层。传输层采用 UDP 协议,是因为目前卫星数据广播大都是单工通信方式,只能采用 UDP 进行传输;应用层采用类 FTP 协议,实现断点续传机制。最后通过一个软件在局域网内模拟卫星数据广播,对该协议进行了测试。

关键词: 卫星广播 传输协议 UDP 可靠性

Design and Implementation of a Reliable Transport Protocol for the Satellite Broadcasting Environment

WEI Xiao-Li¹, DUAN Tao²

(1.Beijing University of Posts and Communications, Beijing 100876, China; 2. Institute 54 of the General Staff, Beijing 100191, China)

Abstract: In this paper, a reliable data transfer protocol based on UDP/IP for the Satellite Broadcasting environment is addressed. Since the satellite transmission network can only transfer the data below the network layer, concentration of the protocol design is the transport layer and application layer. Satellite Broadcasting provides simplex communication mode, so UDP protocol is chosen in the transport layer and the FTP-like is used in the application layer. The protocol was validated in the LAN simulating the Satellite Broadcasting Environment.

Keywords: Satellite Broadcasting; Transport Protocol; UDP; reliability

1 引言

广播电视节目的数字化以及压缩技术、传输技术的发展使得现有的有线电视网络在传送原有的模拟节目之外,还有较大的余力传送数据业务,这就为基于有线网络的数据广播的发展提供了空间。

数据广播是利用卫星广播和电视广播的覆盖网或其他独立数据广播通道,采用数字技术传送数据的信息技术和业务的总称。而卫星数据广播是数据广播的一种重要形式。它是一项基于电视、卫星网络上实现的广播式宽带数据传输系统。

但是卫星传输网的主要功能是支持网络层以下各层的数据包传送业务,IP 层以上的传输层和应用层的

协议需要根据不同的卫星业务进行相应的设计。本文针对卫星数据广播中的文件传输业务进行传输协议的设计。

2 系统架构

整个卫星广播系统组成如图 1 所示,包括数据广播中心、卫星传输系统和用户接收终端。数字电视、流媒体、文件数据、消息数据等各种类型的数据在数据广播中心完成接入、汇集、封装及复用。复用后的信号进入卫星传输系统完成调制、上变频、功率放大,此时的射频信号通过卫星转发器转发供用户接收终端完成接收及处理。与通信卫星不同的是,卫星电视广

^① 收稿时间:2009-04-27

播基本上是单向的，这就意味着协议的设计必须是基于数据的单向传输。

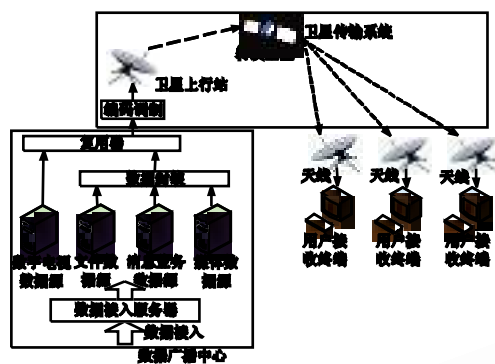


图 1 系统架构

3 协议设计

本文设计的协议是基于 UDP/IP 的协议结构，首先了解一下 TCP/IP 在卫星通信网络中的应用。

3.1 TCP/IP 在卫星通信网中的应用

TCP/IP 是目前为止最成功、使用最广泛的互联网协议。图 2 给出了 TCP/IP 的参考模型，以及模型各层主要使用的协议。



图 2 TCP/IP 参考模型

TCP/IP 协议是一个包含了主要的网络层功能，全部传输层功能和一部分会话层功能的协议栈；它向下依靠低层的介质访问层、数据链路层和物理层协议提供的点对点数据包传输能力；它向上通过标准的服务接口(socket)向上层应用协议提供端到端的数据块传输业务，这一数据块传输可以是面向连接的可靠传输(TCP)，也可以是面向报文的非可靠传输(UDP)。TCP 也完成会话层的一部分功能，支持端到端连接的建立、维持和拆除。总之，TCP/IP 协议遮掩了不同类型网络间数据转接的细节和不同数据终端设备的系统软硬件

的差异。

卫星传输网主要是传送数据的通信子网，它的主要功能是支持网络层以下各层的数据传送业务，与 IP 层直接相关，并可以支持 IP 层通信协议形成端到端连接。但是 IP 层以上的传输层和应用层的协议需要根据不同的卫星业务进行相应的设计。

由于卫星数据广播大多都是单工数据传输方式，决定了卫星数据广播的传输协议必须在传输层采取 UDP 协议，然后在用户线程中设计相应的传输策略来保证数据的最大可能的正确性。

3.2 传输层协议设计

TCP/IP 模型中的传输层有 TCP/UDP 两个协议。传输层的主要功能是一方面提供进程间的通信，另一方面是提供流控制功能。由于该传输协议适用于单工传输方式，我们只能采用 UDP 来实现传输层的功能。UDP 通过端口号来建立进程间的通信，而 UDP 的流控制功能需要我们自行设计。另外，需要考虑传输层数据报的长度，理论上每个数据报最多可容纳 64KB，但是实际上，数据报通常不超过 1500 个字节(因为它们正好可被放到一个以太网帧)。本文中的传输协议数据报文的长度设计为 1500 字节。

传输层的数据报头采用 UDP 协议的数据报头，如图 3 所示：



图 3 UDP 头

下面详细介绍流控制的设计：

流控制主要是为了确保慢速的接收方不会被快速的发送方淹没。由于 UDP 不提供流控制功能，必须在用户程序中进行设计。常用的流控制有两种方法：一种是基于反馈的流控制，接收方给发送方送回消息，允许它发送更多的数据，或者至少要告诉发送方接收方目前的情况怎么样。另一种是基于速率的流控制，使用这种方法的协议有一种内置的机制，它限制了发送方传输数据的速率，而无需利用接收方的反馈消息。

在本传输协议中，我们将采用基于速率的流控制，同时在数据发送方和接收方分别设置缓冲池来平衡收发双方的速度。

(1) 数据发送方

① 创建缓冲池: 把需要发送的数据报文先放到缓冲池中, 需要发送数据报文时, 直接从缓冲池中取出数据报文发送出去。

② 数据发送速率控制: 每发送一个数据报文后, 系统会用当前的数据传输速率计算出该数据报文到达终端需要的时间, 等到上一个报文到达之后, 再发送下一个数据报文。当数据传输速率比较快时, 相隔报文之间的等待时间就会较小; 反之较大。

(2) 数据接收方

① 创建缓冲池: 接收方通过创建缓冲池, 把接收到的数据报文存入缓冲池, 而不是直接写入磁盘, 能够加快接收方对数据的处理速度。

② 创建内存映射文件: 通过创建内存映射文件, 提高接收方的数据处理速度。

3.3 应用层协议设计

基于卫星数据广播是单工传输方式, 网络层和传输层都不能提供可靠的数据传输。应用层也只能尽可能得保证数据传输的可靠性。应用层采用断点重传的机制, 使得广播数据文件在广播多次之后, 尽可能的保持其完整性。此处的断点重传与 FTP 的断点重传机制不同, 本协议中的断点重传是基于 UDP 传输协议, 而 FTP 是基于 TCP 传输协议。

我们把此处的断点重传协议叫做 FTPb, FTPb 协议把需要广播的数据文件按照固定数据报文的长度拆分成多个数据报(文件块)。发送方为每个报文进行编号, 此编号表示该报文在文件中的位置。同时为每个报文添加报头形成一个数据包, 以此包为单位进行传送, 如图 4 显示了文件拆包打包过程。

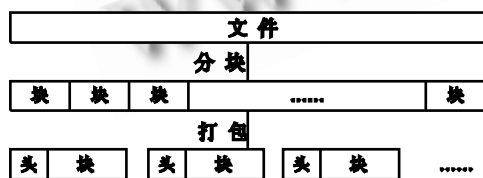


图 4 文件拆包

FTPb 协议的数据报文的报头如图 5 所示:

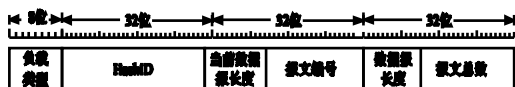


图 5 FTPb 数据报头

① 负载类型: 用来区分当前数据包传输的是文件信息(如: 文件名), 还是文件内容。

② HashID: 当前文件唯一标识, 同时广播多个文件时, 该标识用于区分不同的文件。

③ 当前数据报长度: 当前报文的有效载荷长度

④ 报文编号: 当前报文在传输文件中的编号。

⑤ 数据报长度: 固定数据报文有效载荷的长度。

⑥ 报文总数: 当前传输文件的报文总数。

由于信道存在误码, 同一文件的每个数据报不一定是按顺序到达的。接收方在收到报文后, 根据报文编号将该报文存储到当前传送文件的相对位置中。同时, 接收方为每个接收文件维护了一张表, 该表记录了当前传送文件已经接收的报文。每次接收方在收到一个报文后, 会先查找这张记录表, 检查该报文是否已经接收过。如果没有接收过, 则存储该报文, 同时在此表中记下该报文的编号; 如果已经接收过, 则丢弃该报文。然后处理下一个接收到的报文, 直到文件的每个报文都接收到或发送方不再发送文件为止。如果文件发送结束但还有报文没有收到, 则暂时保存该文件以等待以后可能的重传。图 6 给出了文件接收方软件的工作流程。

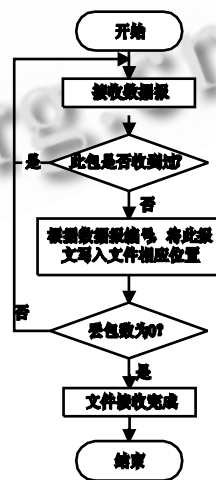


图 6 文件接收流程

4 协议验证

为了验证协议的可行性, 根据上述协议设计, 我们开发了一套软件系统, 在局域网内模拟卫星数据广播系统。该系统设计了服务器端和客户端。服务器端模拟卫星发射中心, 及广播卫星, 完成数据的广播;

客户端模拟用户接收前端和用户电视终端，接收广播数据。

(1) 服务器端架构

① 文件拆包线程：File Splitting Thread 负责将要广播的数据文件拆包成多个数据报，并为每个数据报分配序列号。

② 发送缓冲队列：在数据报发送之前先将其入队列，进行缓冲，然后再发送该数据报。

③ 广播线程：BroadCasting Thread，该线程负责从发送缓冲队列中取出数据报，根据该数据报的类型组织报文格式和内容，发送出去。同时在该线程中对流控制进行处理。循环处理队列中所有数据项，直至队列为空。

(2) 客户端架构

① 接收线程：Receiving Thread，该线程负责对接收到的数据报文进行简单的处理，然后将其插入到接收缓冲队列中。

② 接收缓冲队列：接收方在收到数据报文后先将其存入缓冲队列，而不是直接写入磁盘，有助于提高接收速度。

③ 文件恢复线程：File Composing Thread，该线程根据接收缓冲队列中的数据项恢复出原始文件。在成功恢复的情况下，在数据库中插入相应信息。等待接收机前段进行查询。

系统的运行流程如图 7 所示：

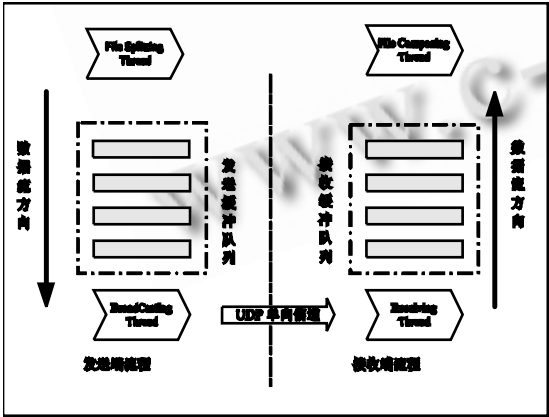


图 7 系统运行流程图

首先发送方进行数据广播，文件拆包线程(File Splitting Thread)负责将要广播的数据文件拆包成多

个数据报，并对每个数据报进行编号；然后将拆分好的数据报送入缓冲对列。广播线程(BroadCasting Thread)负责从发送缓冲队列中取出数据项，根据该数据项的类型组织报文格式和内容，发送出去。接收方的接收线程收到报文后，进行简单的处理，然后将其插入到接收缓冲队列中；文件恢复线程(File Composing Thread)根据接收缓冲队列中的数据项恢复出原始文件。

该协议在局域网内经过测试，广播上百兆数据文件一般传送三遍之后就可以传输成功。

5 结语

当前在我国，广播电视传输覆盖网络已有相当大的规模，拥有很大的发展潜力。国家广播电视光缆传输干线网几乎覆盖全国，这为我国数据广播的发展带来极好的机遇，使得在广播电视宽带传输网络上建立中国数据广播平台，开展多媒体数据广播信息服务业务成为可能。由于有线电视网络频带宽，用户数量大，数据广播市场的潜力极为巨大。

该协议提供了基于 UDP 协议单向数据的可靠传输。当然该协议还有它的不足之处，例如：在差错控制方面没有设计相应的措施进行处理，这还需要进一步的研究。另外，本文只是针对数据广播中的文件传输业务进行了协议设计，而对数据广播的其他业务并没有进行深入研究。这些都是有待完善的地方。

参考文献：

- 1 陈振国,杨鸿文,郭文彬.卫星通信系统与技术.北京:邮电出版社.
- 2 Andrew S. Tanenbaum 著.潘爱民译.计算机网络.第 4 版,北京:清华大学出版社.
- 3 王艳平,张越.Windows 网络通信程序设计.北京:人民邮电出版社.
- 4 Richter J. Advanced Windows. 3rd ed. Microsoft Press.
- 5 广播影视业务教育培训丛书编写组编.广播影视数字化普及读本.北京:中国国际广播出版社.
- 6 八木申行,等.徐谦译.数据广播技术.北京:科学出版社.
- 7 吴季遥,赵渊.DVB-C 数据广播系统概述.第四届全国因特网与音视频广播发展研讨会论文集, 2004.