

基于 SMB 的高清机顶盒局域网高速 I/O 技术研究

王昭宏, 张秦艳

(北京邮电大学 自动化学院, 北京 100876)

摘 要:在家用局域网中基于 Linux 的高清机顶盒对局域网内 PC 上按 SMB 协议共享的文件读取速度偏低, 高清影片等高码率多媒体文件无法流畅播放, 这一问题限制了机顶盒的应用。因为现有的支持 SMB 协议的模块并非针对高速传输而设计, 为了解决高码率文件传输速度慢的问题, 对读取文件的机顶盒客户端的传输效率及其改进做了研究。针对 SMB 协议的多媒体应用特点分析了提速原理, 阐述了关键技术在于对网络环境的分析并根据分析结果设定有关参数, 实现了一种 SMB 协议客户端在基于 Linux 的高清机顶盒上的新软件模块。测试表明, 在不修改任何硬件的条件下新软件对所有文件的读取速度比现有内置模块快 20% 左右, 可满足某些码率高清影片的流畅播放并能使高清机顶盒的升级成本降低。

关键词:高清机顶盒; 局域网; 多媒体; Linux; SMB 协议

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)03-0159-04

Study of SMB Protocol - Based High - speed I/O Technology for HD Set - top Box in LAN

WANG Zhao-hong, ZHANG Qin-yan

(School of Automation, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

Abstract: In a home LAN environment, the Linux-based HD set-top box has a low reading speed for files shared on LAN PCs using SMB protocol, resulting in playing delay for high bit-rate multimedia files such as HD movies. This problem limits the application of set-top boxes. Because the initial design of SMB client is not for high speed transmission, to solve this problem of low transmission speed of high bit-rate files, study has been taken on the transmission efficiency and betterment of set-top boxes' SMB client. In the light of SMB protocol for HD multimedia applications, acceleration principles have been analyzed. The key points are the analysis of the network environment and the parameter adjustment based upon this analysis. In accordance with these principles, implements a new SMB client software module for the Linux-based set-top box. Without any modification to the hardware, tests show the new software module can make the speed increased by approximately 20% for all types of files, making HD movies of some bit-rate played smoothly and saving upgrading costs for HD set-top boxes.

Key words: HD set-top box; LAN; multimedia; Linux; SMB protocol

0 引言

在家庭应用背景下, 高清机顶盒可与家用 PC 构成一种最简单的局域网。PC 机使用微软的 SMB (Session Message Block) 协议, 将 PC 上存储着的多媒体文件 (比如高清电影) 设置为共享模式。高清机顶盒读取网络中这台 PC 上的高清电影, 并控制这些电影文件供高清电视播放。这种模式是典型的“客户端/服务器”模式 (Client/Server, C/S 模式), 其中机顶盒是客户端, PC 是服务器。当然局域网的规模可以更大。这种

让机顶盒使用网络存储介质的模式是高清多媒体的一种应用趋势^[1]。

最简单的这种家用局域网下的高清机顶盒的应用模式见图 1, 局域网使用最常见的 UTP 作为连接介质, 带宽为 100 兆^[2]。

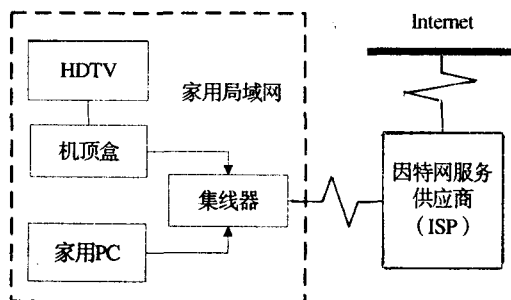


图1 家用网络环境下的机顶盒应用模式

收稿日期: 2009-06-30; 修回日期: 2009-09-25

作者简介: 王昭宏 (1984-), 男, 硕士研究生, 研究方向为网络环境下的嵌入式系统; 张秦艳, 硕士, 副教授, 研究方向为嵌入式系统、数字图像处理。

市场上的多数高清机顶盒采用的是 Sigma Designs 公司的芯片,它们主要采用 ARM 或 MIPS 内核。典型的机顶盒硬件结构如图 2 所示。

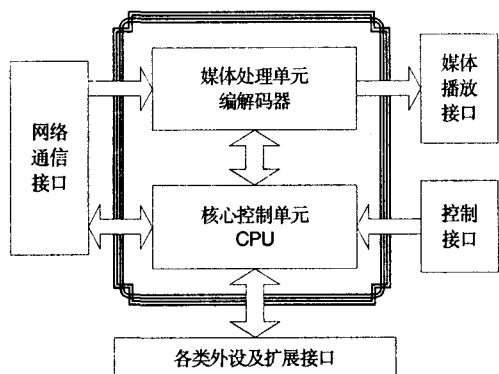


图 2 机顶盒的硬件结构

芯片商出于成本考虑,为高清机顶盒提供的解决方案采用的操作系统是 Linux(包括 μ Clinux)。而在一般的网络环境中,大多数 PC 使用的是 Windows 操作系统,在家庭环境中更是如此。这种现状使机顶盒与 PC 的互操作必须涉及跨平台问题。基于以上现状,在高清多媒体存在于网络存储介质的家用局域网应用背景下,适合机顶盒与 PC 的文件传输协议主要有以下三种: NFS (Network File System), UPnP (Universal Plug - and - Play), SMB。NFS 的一个缺点是它无法支持中文的文件名。UPnP 的缺点是仅支持有限的文件类型。这些缺点导致它们在产品中的应用受到限制^[3]。

有两个优势使得 SMB 协议必须在高清机顶盒中得到支持:首先 SMB 协议支持所有的文件类型,这使得任何格式的高清电影都能被识别并读取。其次对于客户来说在 PC 上设置文件共享非常简单,这种易用性很容易使产品得到推广。因此让基于 Linux 的高清机顶盒支持 SMB 协议是有实际意义的。

但是目前高清机顶盒对 SMB 协议的支持无法满足某些高清影片的播放要求。高清影片的一个特点是高码率,很多可以达到 35Mbps 以上,在网络环境下要使机顶盒客户端的网络文件读取速度达到或超过这一速率才可保证播放画面的流畅性^[4]。现有实现的缺点是读取速度低,在图 1 所示的模式下使用相同的硬件, SMB 客户端(机顶盒)仅有 NFS 客户端的约 60%。若能使 SMB 客户端的读取速度接近或达到 NFS 的速度,则对使用 Linux 的高清机顶盒而言是一大突破。

针对网络文件读取速度低的问题,详细分析 SMB 协议在高清传输下的要点并实现了一种提高 SMB 客户端读取速度的软件解决方案。在 100 兆带宽的以太网环境下测试,它的读取速度比现有 2.6.15 版 Linux

的 cifs(英文全称)模块高约 20%,更加接近 NFS 的读取速度。它的另一大优点是在不改变已出厂的机顶盒硬件构造的情况下,实现产品升级,这无疑能够节省成本^[5]。

1 SMB 协议机客户端概述

1.1 SMB 协议报文格式

SMB 协议是一种应用层协议,最初由 IBM 设计实现,后经微软升级改造,目前大规模地应用于安装了微软 Windows 操作系统的 PC 局域网。由于授权方面的限制,该协议缺乏一个官方的完整描述,因此现有的参考文档基本都是靠逆向工程(reverse - engineering)探索出的结论整理而得^[6]。在这过程中 Samba 团队等开源社区做了巨大贡献。一个基本的 SMB 数据包格式如图 3 所示。

报头	字节1	字节2	字节3	字节4
	0xff	'S'	'M'	'B'
	command	status...		
	...status	FLAGS	FLAGS2	
	EXTRA...			
	TID		PID	
参数数据	UID		MID	
	Words...		Bytes...	

图 3 SMB 数据包基本格式

1.2 SMB 客户端现状

为了加入基于 SMB 共享协议的 Windows PC 的局域网并成为客户端, Linux 本身已经内置了对 SMB 的客户端支持,即 Linux 的 smbfs(SMB File System)和 cifs(Common Internet File System)虚拟文件系统^[7]。前者已经不再维护,后者已被纳入 2.6 版 Linux 中且仍在持续开发,读取速度高于前者,但依然只有 NFS 的 60% - 70%。在几乎所有 2.4 版的 Linux(包括 μ Clinux)上, smbfs 依然广泛使用。虽然 cifs 也有针对 2.4 版 Linux 的移植,但是在 2.4 上的性能与 smbfs 几乎相同,因此对于高码率的高清影片播放而言没有实际意义。这种现状使得开发新的适应高清网络应用的客户端很有必要。

2 提速原理与新软件模块的实现

2.1 提速原理

文中论述的客户端软件模块基于但不限于 Linux 2.6.15 版,使用了该版本的系统调用,并利用了 Samba 3.0.28a 版软件的 libsmbclient 库文件。因为按照 SMB 协议生成的共享文件实际上构成一种网络文件系统,所以软件模块必须符合 Linux(包括 μ Clinux)虚拟文件系统的接口要求。SMB 高速客户端的实现本身与其他服务器/客户端模式的软件并没有本质的不同,关键

技术在于对网络环境的分析并根据分析结果合理设定所需参数。

要提高 Linux 的 SMB 客户端对多媒体文件的读取速度,首先必须针对 PC 服务器当前使用的文件共享模式分析出所采用的 SMB 协议的变体的细节,这将提高客户端对后续数据包的处理效率。每种 SMB 变体有一些特定字段数据结构上的不同的定义。NT LM 0.12 是一种常见的变体,该模块的设计采用的是此变体。这步工作的任务是判断并选定两种连接方式中的一种:直接 TCP 传输,或 NBT 传输。不同的传输模式使用的数据包的格式有所不同。针对高清影片高码率实时流畅播放的要求,客户端对服务器提出的请求应当最简单,当实现可靠连接即可开始传输数据。针对高速传输的目的,对数据包的某些字段,比如标记文件分段的字段、标记文件状态的字段等,可以做缺省处理,以节省数据处理时间,提高实时传输效率。

其次,SMB 协议的数据块读取长度是一个对性能影响很大的因素。经过测试,指定一个合理的读取长度对速度的提升至关重要,包括制定一个长度适当的 AndX SMB 数据包。一个合适的长度可以使系统调用的效率高于传统的客户端,并且将充分利用网络的带宽,而不再仅受制于现有硬件系统的内存大小。测试表明,目前选定的长度会使速度提升约 20%。读取长度这一因素的定量结论目前还在进一步研究中。目前的试验所得出的经验数据适用于如图 1 所示的最简单的家用网络环境。

2.2 软件实现

客户端软件的功能即与服务器建立连接并接收数据。根据 2.1 节所述的原理,软件模块初始化后要一次完成传输模式判断、参数设定等功能。具体的流程如图 4 所示。

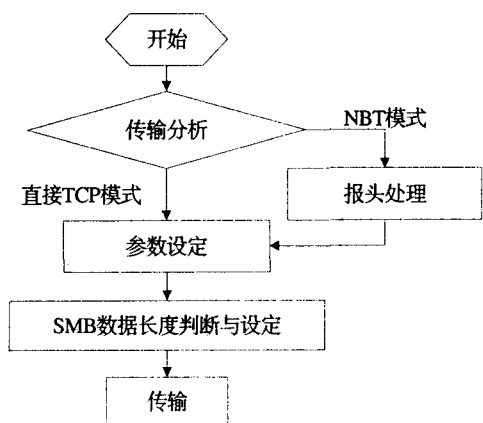


图 4 软件工作流程

按照前述原理,以上流程中最重要的是参数设定与数据长度选定。针对 SMB 协议,建立并确认与

服务器的可靠连接然后接收数据的总体流程如图 5 所示。

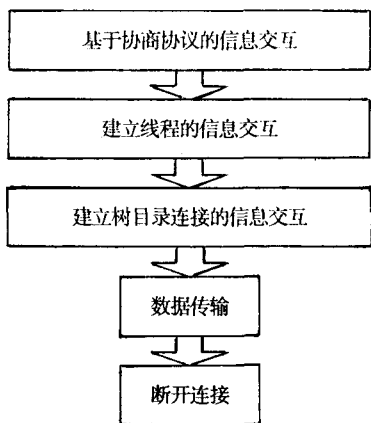


图 5 客户端软件的连接与传输过程

由于 SMB 协议由微软公司制定,这就要求基于 SMB 协议格式的共享文件要与 Linux 的虚拟文件系统格式相兼容。虚拟文件系统包括超级块、dentry 结构、i 节点、文件缓冲区等结构,以及对应于各个结构的操作函数集。Linux 的虚拟文件系统对外提供的操作函数集是符合 POSIX 标准的,这有利于程序的移植性。因此为了作为 Linux 的新的文件系统,需要进行的兼容性改造包括文件描述符转换以及设计与 Linux 架构相兼容的文件操作函数^[8]。在 Linux 内核中,各种文件系统都必须拥有的操作包括:读、写、打开、关闭等。为符合虚拟文件系统操作界面的要求并为了今后易于添加新功能,该客户端软件采用了模块化的设计思想,把针对文件的各种操作分别设计为各功能模块,其中比较重要的功能模块是:打开目录、打开文件、文件属性获取、读取、写入、释放文件等。

针对读取速度问题,影响比较大的是参数设定模块与文件读取模块,这是整个客户端软件的重要问题。其中读取模块的功能是设定与 Linux 系统相兼容的标识符、移动文件位置指针、读取指定的数据、调节预读取的长度。目前采用的程序流程如图 6 所示。

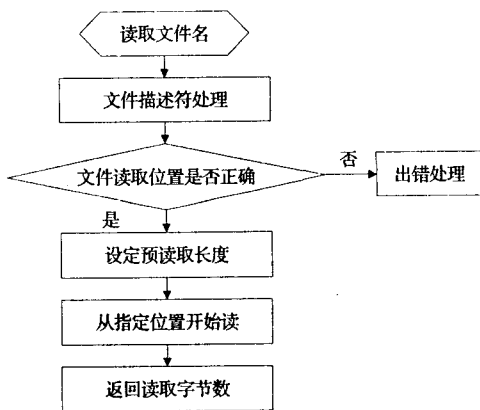


图 6 读取模块的程序流程

以上所示的是一次读取操作的流程,连续的读取是这种一次操作的集合。“读取文件名”是指读取用户给定的多媒体文件名。“文件描述符处理”是针对 Windows 体系转为 Linux 体系所作的兼容性处理。“文件读取位置”判断的是传递来的位置参数是否正确。“设定预读取长度”是在参数设定模块的基础上,针对提速所作的进一步优化,目前的取值采用的是经验值。“设定预读取长度”是对连续读取操作的读取速率产生影响的环节。

这种模块划分原则有利于以后添加新的功能模块,但是目前并没有全部实现 Linux 文件系统指定的操作函数集。Linux 的操作函数集考虑了几乎所有可能的操作,但对于高清机顶盒用户而言有些操作并不实用,因此在客户端软件中没有必要去实现这些不常用且不重要的模块,比如文件软连接等操作。

2.3 试验与结果

根据图 1 所示的模型,搭建一个最简单的家用局域网。机顶盒的 CPU 采用的是 Sigma Designs 公司的 smp8635 芯片(250MHz),它的核心控制模块采用的是 MIPS 架构,内存 256MB;操作系统是 Linux-2.6.15,局域网的网络带宽为 100Mbps,采用最常用的 UTP 连接。PC 与高清机顶盒处于同一个房间,距离约 5 米。PC 上共享着码率为 30Mbps 的高清电影。在不需要重新编译机顶盒现有操作系统的情况下,该软件模块作为一个额外的辅助模块应用于现有软件系统中。为了测试,编写一个测速的专用软件,功能是计算机顶盒对高清影片在一定时间内的平均读取速度。其流程图如图 7 所示。

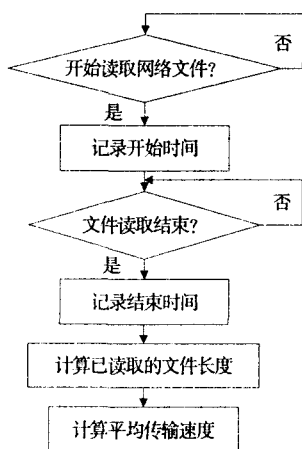


图 7 测试软件的工作流程

经测试,该模块的读取速度是 cifs 模块的约 120%,是 smbfs 模块的 150% 以上。在基于上述硬件条件的机顶盒上,已经可以满足约 35Mbps 码率的高清电影的流畅播放要求。

为了最终能够将该客户端模块融入高清机顶盒产

品中,需要重新制作机顶盒的根文件系统,往根文件系统中添加该模块,并将新的根文件系统安装到机顶盒上,这就完成了软件的升级。

3 结束语

文中针对当前高清机顶盒在局域网共享的网络文件的读取速度需要适应高码率电影流畅播放的问题,通过分析共享协议的细节,再合理设定某些关键参数,从而设计了一种新的客户端软件。需要指出的是,硬件的升级在很大程度上会产生很好的提速效果。内存大的系统、CPU 处理速度高的系统,将获得更高的传输速度。但硬件的升级要以成本的提高作为代价。而通过修改软件模块来提速,虽然只能提速一定的幅度,但成本低一些,且软件相对于硬件更易于升级。

文中阐述的软件提速方案已有一定的效果,要使这种提速机制更完善更有效将是下一阶段的研究重点。因此今后的工作还可以放在以下方面:进一步分析确定影响 SMB 客户端速度的各种因素;研究 SMB 客户端的速度极限。另外,也完全有可能存在其他的提速机制,对未来的研究方向的设想是,是否可以从更高速的 NFS 传输机制中得到启发设计一种全新的提速机制。网络文件读取速度的提升无疑对高清机顶盒的推广将产生很大的作用。

参考文献:

- [1] Kim T, Bahn H. Implementation of the storage manager for an IPTV set-top box[J]. IEEE Trans on Consumer Electronics, 2008, 54(4): 1770-1775.
- [2] Percador F, Sanz C, Garrido M J, et al. A DSP based IP set-top box for home entertainment[J]. IEEE Trans on Consumer Electronics, 2006, 52(1): 254-262.
- [3] Lo Shih-Hsiang, Lin Chi-Chia, Chen Ming-Syan. Controlling digital TV set-top box with mobile devices via an IP network[J]. IEEE Trans on Consumer Electronics, 2006, 52(3): 935-942.
- [4] Lanfranchi L I, Bing B K. MPEG-4 bandwidth prediction for broadband networks[J]. IEEE Trans on Broadcasting, 2006, 54(4): 741-751.
- [5] 黄璇, 李文耀, 江爱珍. IPTV 机顶盒的研究及设计[J]. 光通信研究, 2008(6): 52-54.
- [6] 刘胜利, 阮文波, 张长河. 局域网基于 SMB 协议的共享文件和打印信息获取[J]. 微计算机信息, 2006(2-3): 107-109.
- [7] 刘瑜, 袁宏春. SMB 协议在异构网络并行 FDTD 计算中的应用研究[J]. 计算机应用, 2008(2): 279-282.
- [8] 滕春涛, 黄冰. 嵌入式 Linux 文件系统的研究与应用[J]. 微计算机信息, 2008(11-2): 88-90.