



基于USB协议的虚拟文件系统的设计与实现

论文作者：曲宁

指导老师：程旭教授、佟冬老师

2001年6月



概述

- “面向高端消费类电子产品的32/16位嵌入式微处理器及其示范原型系统”
 - JBCore32微处理器
 - 操作系统原型TEOS
 - 虚拟文件系统 =
USB驱动 + 虚拟文件系统 (PC Daemon)



主要内容

- USB协议基本知识
- USB设备驱动程序
- 虚拟文件系统



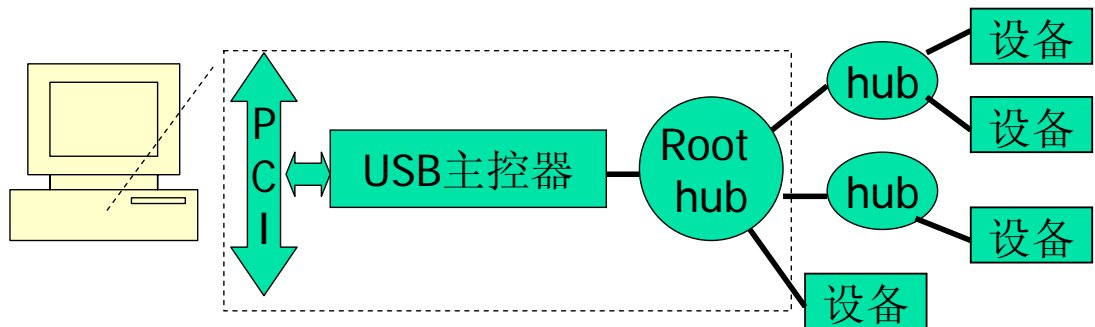
USB协议基本知识—基本特性

USB(Universal Serial Bus) V1.1基本特性:

- 支持即插即用和热插拔
- 易于扩展（可多达127个设备）
- 支持全速（12Mbps）和低速（1.5Mbps）设备
- 可使用总线供电

USB协议基本知识—基本特性

- USB主机（host）：主控器和响应的软件。所有通信都是从主机端发起的。
- USB设备（device）：连接在总线上的硬件设备。
- USB集线器（hub）：负责连接主机和多个设备。系统至少有1个hub—root hub。

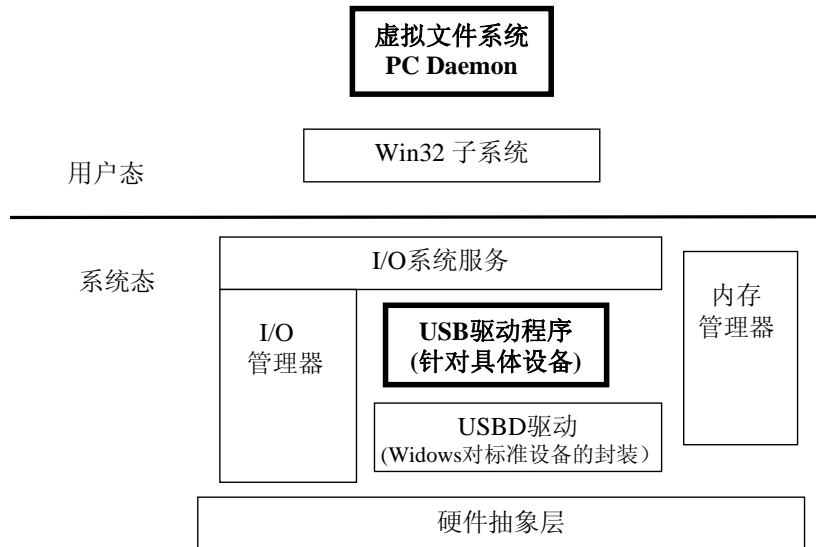


USB设备驱动—接口电路概况

USB控制器USBN9603芯片有以下特性：

- 全速USB设备
- 兼容USB1.0标准
- 包含7个基于FIFO的端点
 - 包含7个基于FIFO的端点
 - 三个发送端点（3*64 bytes）
 - 三个接收端点（3*64 bytes）
- 增强的DMA传输支持

USB设备驱动—软件结构

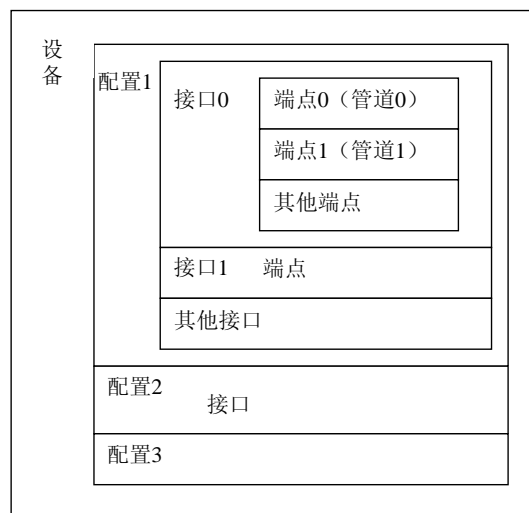


USB设备驱动—WDM下的USB驱动

- WDM: Windows驱动程序模型 (Windows Driver Model) 的英文缩写, 这是在Windows98和Windows2000中常见的驱动模型中的一种。
- 使用标准Windows系统USB类驱动程序通过访问USBDI (Windows USB驱动程序接口) 来实现的。
- 用户驱动程序的工作:
 - 初始化自己
 - 创建和删除设备
 - 处理打开和关闭文件句柄的请求
 - 处理输入输出请求
 - 串行化对设备的访问

USB设备驱动—USB设备逻辑结构

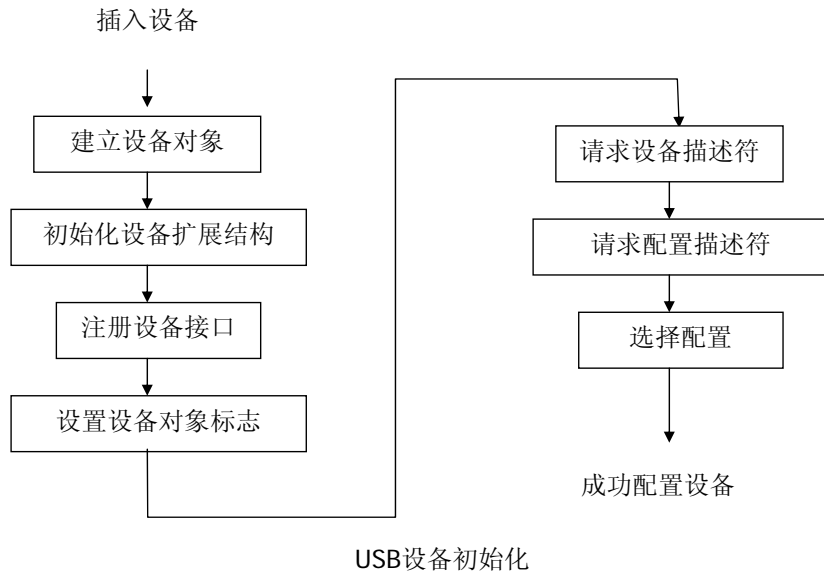
- **端点 (Endpoint) :** 设备内有一个或多个逻辑连接点，称为端点。每个端点可以独立指定传输类型。
- **接口 (Interface) :** 一组相关的端点称为一个接口。
- **配置 (Configuration) :** 设备可以有多组接口，每组称为一个配置，一次只能有一个配置是活动的。



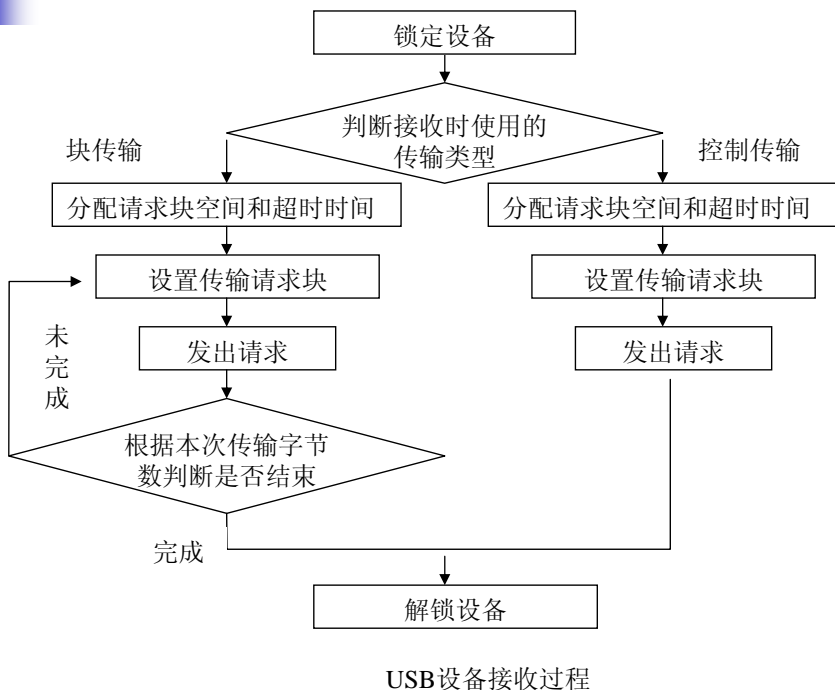
USB设备驱动—USB传输方式选择

- **USB传输方式**
 - **控制传输:** 用来把特定的请求传送给USB设备，经常在设备配置时使用。
 - **块传输:** 由于传输大块的没有周期和传输速率要求的数据。
 - **中断传输:** 与块传输相似，同时提供定时查询支持。
 - **同步传输:** 同步传输支持恒定的发送速率。

USB设备驱动—设备驱动初始操作



USB设备驱动—传输原语的实现





USB设备驱动—设备操作接口

- 提供给上层的设备操作接口：
 - CreateFile 打开设备
 - CloseFile 关闭设备
 - DeviceIoControl 设置传输模式
 - ReadFile 从设备中读取
 - WriteFile 写入设备



虚拟文件系统—主要功能

- 文件系统定义了有十余种操作，在原型系统端和PC端都有软件来支持。
- 主要功能：
 - 打开文件，关闭文件
 - 移动文件指针，读文件，写文件
 - 删除文件，新建文件
 - 改变当前目录，新建目录，删除目录
 - 遍历目录树
 -

虚拟文件系统—软件结构

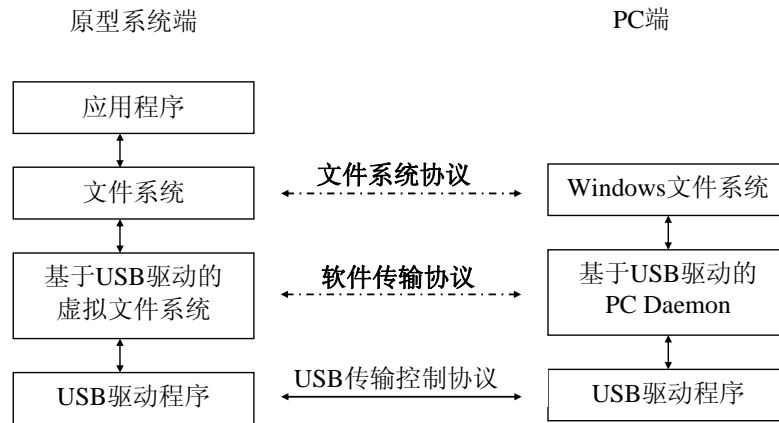


图 基于USB接口的文件系统协议栈

虚拟文件系统—软件结构（续）

完成一个文件系统系统调用的基本过程：

- 主板端的应用程序或是系统程序发出文件系统调用；
- 操作系统调用相应的文件系统函数；
- 文件系统函数通过USB驱动程序发送文件系统服务请求；
- 由USB驱动程序通过USB接口向PC发送请求数据包；
- PC端的USB驱动程序接收到数据包，交给PC Daemon；
- PC Daemon具体分析得到的信息，调用Windows文件系统命令完成相应的操作；
- 得到执行结果，并把结果通过相反的路径返回给调用程序。



虚拟文件系统—传输协议

- **文件系统协议：**虚拟文件系统的系统调用函数使用与Windows文件系统类似的参数，这样PC端可以调用对应函数，完成所需功能。
- **软件传输协议：**对应文件系统调用的参数，进行编码，转换为字节流，进行传输。在PC端进行解码分析，转换成Windows文件系统需要的参数。对于返回的结果，类似处理。
- **USB传输控制协议：**设备与主机方的USB驱动程序保证字节流得以无错的传输。



虚拟文件系统—软件传输协议

由于底层的驱动传输是以字节流为基础的，因此在两端的文件系统对底层调用时，采用了把参数转化为字节流的方式。

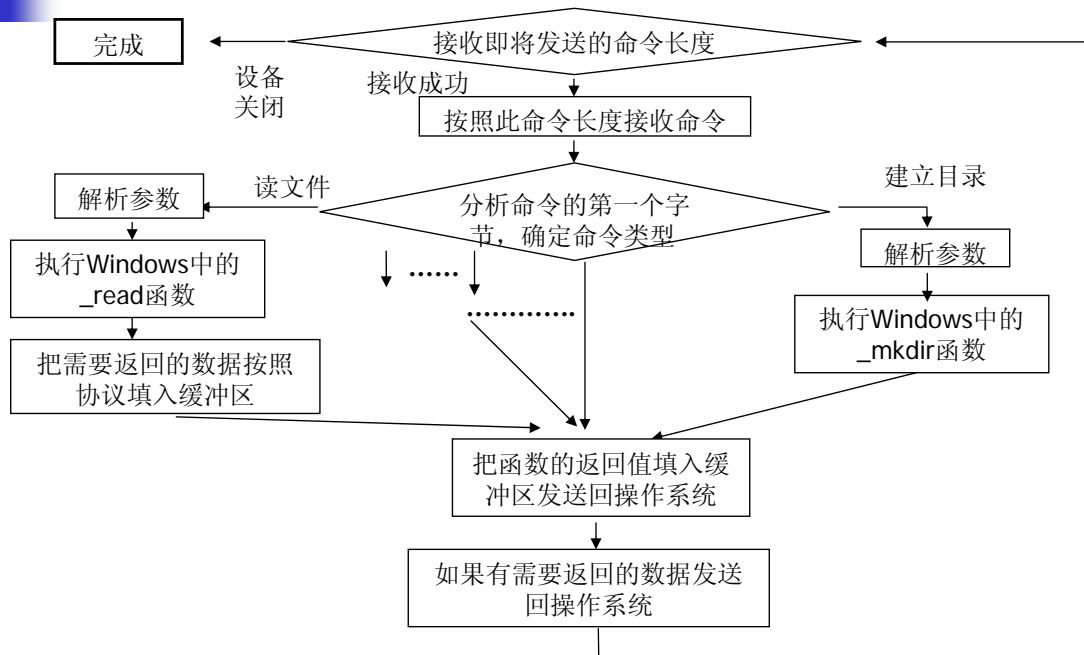
针对不同的类型具体的转换方式如下：

整数，作为4个字节的字符串直接拷贝到将要发送的字符串中，这样便可以在另一端很容易的恢复出来；

字符串，不作变化的拷贝到要发送的字符串后，在字符串的结尾加入一个分隔符，表示结束。

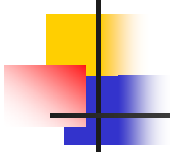
结构，这个复杂类型实际上只是以上两个简单类型的组合，因此只需要用上面的方式依次对结构中的每个域进行转换。

虚拟文件系统—主控流程



总结

- 学习USB规范
- 制定硬件接口设计方案
- 设计虚拟文件系统结构和传输协议
- 实现对USB设备的初始化和驱动
- 遵照USB规范，实现USB设备配置
- 实现虚拟文件系统的驱动程序
- 与操作系统TEOS整合，调试



谢谢！