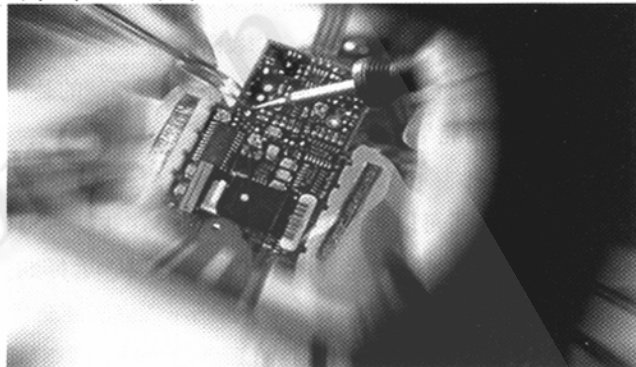


# 基于嵌入式环境的电视节目单系统 机顶盒部分的设计与实现

廖渊 李明树 (中科院软件所先进技术联合实验室 100080)

**摘要:** 随着信息社会的发展, Internet和信息家电已越来越多地出现在人们的生活之中, 嵌入式 web 应用是其中的一个热点。本文以具体实例-电视节目单系统的机顶盒部分深入地研究了在嵌入式环境中设计与实现电视机顶盒中存在的问题, 对电视节目单系统的机顶盒部分体系结构, 相关关键技术, 系统功能进行了详细解说。

**关键词:** 嵌入式 机顶盒 信息家电



## 1 引言

随着 Internet 网络与嵌入式技术的迅猛发展, 机顶盒嵌入式系统的设计也在不断的发展进步, 日益成熟。利用机顶盒与 Internet 相连向用户提供 web 服务已成为 Internet 应用领域的一个热点。由于机顶盒嵌入式系统的可利用的有效资源少, 这样要求系统的代码精简, 开销尽可能小。这些特点决定了在设计嵌入式 Web 应用系统时, 应将系统软件进行优化设计。目前国际自由软件运动的顺利发展, GPL 概念正对嵌入式软件产业产生了深远影响。电视节目单系统的机顶盒部分中的系统软件都来自自由软件组织。但自由软件的不成熟性和不针对性。在应用过程中需要结合实际要求进行裁剪优化。

本文第一部分对嵌入式环境开发应用的背景做一个简单的介绍。第二部分是对嵌入式系统软件的特征简介以及机顶盒的功能和设计目标。第三部分介绍电视节目单系统的机顶盒部分的体系结构和相关的关键技术。第四部分给出其中应用模块的概要设计及其功能介绍。最后嵌入式 web 应用开发进行了讨论和总结。

## 2 嵌入式应用系统软件的特征要求以及机顶盒的功能和设计目标

### 2.1 嵌入式应用系统软件的特征要求

嵌入式应用软件是实现嵌入式系统功能的关键, 由

于嵌入式系统的特点决定了嵌入式应用软件的要求也和通用计算机有所不同。

(1) 系统软件的高实时性要求: 在多任务嵌入式系统中, 对重要性各不相同的任务进行统筹兼顾的合理调度是保证每个任务及时执行的关键, 单纯通过提高处理器速度是无法完成和没有效率的, 这种任务调度只能由优化编写的系统软件来完成, 因此系统软件的高实时性是基本要求。

(2) 固化存储软件: 为了提高系统的执行速度和系统可靠性, 嵌入式系统中的软件要求固化在芯片中, 而不是像通用计算机那样存储在磁盘等载体中。

(3) 要求高质量、高可靠性软件代码: 在大多数嵌入式应用中, 由于有效资源的限制, 实时性的要求。这样要求程序编写和编译工具的质量要高, 以减少程序二进制代码长度、提高执行速度。

### 2.2 机顶盒的功能和设计目标

机顶盒作为用户前端设备, 它是用户控制交互式电视和连接网络的必要工具。应该完全支持交互式系统。

一个交互式电视机顶盒, 应该具有以下几项功能:

(1) 提供与网络的接口。这是机顶盒的一个最基本的功能。机顶盒从网络中选择接收所需信息, 并把用户的命令经过返回通道送给服务器。

(2) 用户界面和图形控制。提供一个友好的界面, 使

用户更容易地使用。机顶盒应该具有电子节目导游(EPG-Electronic Program Guide)功能,通过交互选择,使用户方便地从众多服务中挑选自己所需要的。

(3) 外围设备控制。最普通的外围控制设备是红外线遥控器。为了支持视频游戏,机顶盒可以连接游戏操纵杆。

此外,机顶盒还可以连接 CD-ROM、录像机、打印机、键盘等,提供更多的功能。

(4) 安全与权限管理。安全与权限管理是机顶盒与一般计算机的一个关键区别。与一般计算机所不同的是,机顶盒的基本功能是提供付费服务,这保证了视频提供者获得一定的报酬,并对用户合理地收费。

机顶盒还可以包括其他扩展功能。这些功能可以通过可选件的形式实现,由用户根据需要,选择购买和使用。

在开发电视节目单系统的机顶盒部分时,需要结合家庭娱乐性和嵌入式系统软件的要求。以下对本系统进行具体的阐述。

### 3 电视节目单系统的机顶盒部分体系结构和相关的关键技术

系统的开发定位在使用户方便易用,符合家电软件使用的特点。除用电视接受节目单用web界面外,在调节电视参数等本地应用时,也统一用web做为界面。为此在机顶盒内用到了一个微 Web Server 服务器。利用 CGI 修改电视参数。

#### 3.1 系统的体系结构

电视节目单系统的机顶盒部分可划分为6部分:web 浏览器,窗口系统,微 Web Server 服务器, CGI,嵌入式 Linux,和 MIPS 硬件平台(图1)。

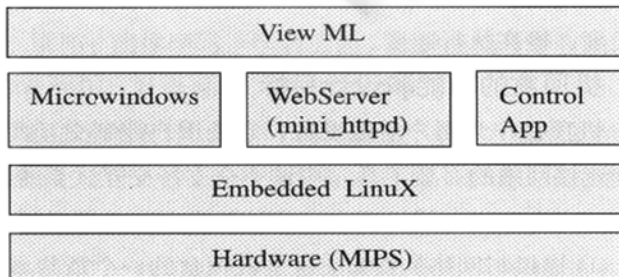


图1 系统结构图

硬件层为 MIPS 硬件平台。

Embedded Linux 采用自行开发的Linux 内核 MIPS 移植版。完成为应用程序提供统一的系统调用接口的工作,屏蔽硬件复杂性。同时提供多任务处理、内存管理、网络支持、外设支持等操作系统功能。

GUI 层实现图形化用户界面,使用户可以通过简单的遥控设备完成所有操作。采用 Microwindow。

Browser 采用 ViewML,利用 HTML 的平台无关特性为用户提供统一的、可移植的用户操作界面。并实现 Internet 浏览功能。

Web Browser 采用微型 Web 服务器程序,设置该层的原因是浏览器无法直接修改本地资源的特性所决定的,通过浏览器与本地 Web 服务器的交互,完成用户要求的接收和执行结果的显示。

控制应用程序(Control APP)层包括 EPG 和 Simple TV control 两个部分。其中 EPG 是(Electronic Program Guide)电子节目单的简称。Simple TV control 为 CGI 程序用来完成实际的功能性操作,接收由 Web 服务器传来的用户请求,加以处理,完成指定的操作后将结果返回服务器,由服务器传回用户。用户对电视的功能请求执行如图2所示。



图2 用户请求执行过程

#### 3.2 详细说明

##### 3.2.1 硬件系统

目前嵌入式系统CPU多数采用MIPS芯片,数据处理能力强,启动和切换程序时间快,且性能稳定、功能强大、集成度高、综合性广,非常适合嵌入式环境。

##### 3.2.2 嵌入式操作系统

嵌入式操作系统主要有 Palm OS, Windows CE, EPOC, LinuxCE, QNX, ECOS, LYNX, 高端嵌入式系统要求许多高级的功能,如图形用户界面和网络支持。很多高端 RTOS 供应商已经提供了这些功能,但其价格也很高,一般人难以接受。Linux 为嵌入操作系统提供了一个极有吸引力的选择,她是个和Unix相似、以核心为基础的、完全的内存保护、多任务多进程的操作系统。支持广泛的计

算机硬件,包括 X86,Alpha,Sparc,MIPS,PPC,ARM,NEC, MOTOROLA 等现有的大部分芯片。程序源码全部公开,任何人可以修改并在 GNU 通用公共许可证(GNU General Public License)下发行,这样,开发人员可以对操作系统进行定制。

本系统采用 Linux 操作系统 2.4 版本内核,使用 HardHat 公司的跨平台开发工具 CDK 1.2 进行交叉编译。将 Linux 移植到 MIPS 系统中。将其裁减到只具备引导程序, Linux 微内核(由内存管理、进程管理和事务处理构成)初始化进程,文件系统(在 Flash memory 中)和 TCP / IP 网络支持。这样做到了:精简的内核,瞬时开关机,精心构建的存储方案。

### 3.2.3 GUI

采用 Microwindow 图形环境。MicroWindows 是一个开放源码的项目,目前由美国一家公司在主持开发。该项目的开发非常活跃,国内也有人参与了其中的开发,并编写了 GB2312 等字符集的支持。该项目的主要特色在于提供了比较完善的图形功能,包括一些高级的功能,比如 Alpha 混合、三维支持、TrueType 字体支持等。Microwindow 与硬件无关的用户图形接口环境,具有很好的移植性。Microwindow 是基于 Linux 环境开发,利用 Linux 的 Framebuffer 实现显示硬件无关性。代码容量小,已经实现了大部分窗口机制。开发 API 与 WIN32 API 兼容,满足系统要求。

### 3.2.4 浏览器

采用针对 Microwindow 系统开发的浏览器 ViewML。ViewML 由 MontaVista 公司推出的针对嵌入式 Linux 平台的免费网络浏览器。这种浏览器是针对诸如手提式电话及机顶盒等设备的。该浏览器由 KDE 组件中的 KFM 浏览引擎改编而成,支持 HTML3.2,尚不支持 Javascript 和 Java。代码容量为 700K,运行需要 2M 内存空间。从运行需求来看可以很好地满足系统要求。

ViewML 浏览器应用层很小,并完全用 C++ FLTK 应用框架编写,它提供了基本的图形用户界面布局,易于修改。我们根据电视机的实际要求,去除了 view M 中的菜单,按钮,只显示一个全屏幕的浏览器页面给最终用户。

### 3.2.5 控制应用程序(Control APP)层

包括 EPG 和 Simple TV control 两个部分:

EPG 是(Electronic Program Guide)电子节目单的简称, EPG 的具体内容是同电视节目流一起送到用户端的,用户可以通过浏览 EPG 的内容获悉当前和未来几天各频

道节目安排的具体情况及其他相关信息。例如,目前共有哪些频道,各频道电视节目时间表,各电视节目的其他信息。用户通过操作遥控器上的 EPG 按钮即可在电视屏幕上随意浏览 EPG 的具体内容并可以进行节目预订。

一般来说, EPG 设计为多层次显示方式,用户可通过遥控器逐层浏览。例如,第一层显示频道编号及频道名称,遥控选择频道名称,就可打开第二层,显示该频道的电视节目名称及时间安排,再次遥控选择电视节目名称,就可以打开第三层,显示该电视节目的相关信息如节目概况介绍、演职员介绍及收费信息等。用户可以通过 EPG 获悉电视节目的所有信息,根据自己的具体情况,操作遥控器预订某些电视节目,当所订节目开始播放时,机顶盒会自动将电视切换到该频道。

Simple TV control 使用户可以通过浏览器完成系统设置等交互过程的示例程序。通过浏览器控制本机硬件。用 CGI 来完成参数的修改。具体见第四部分

## 4 应用模块的设计概要及其功能介绍

其应用模块的设计概要如图 3 所示:

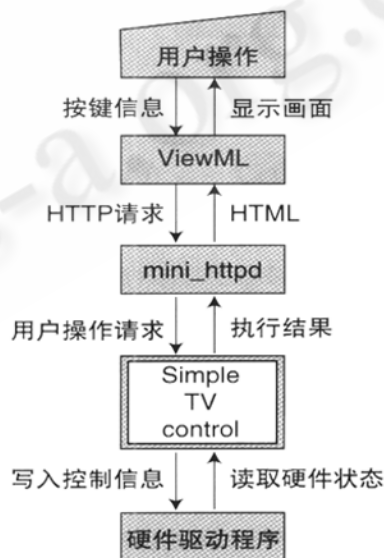


图 3 模块设计概要

当进行节目单浏览时,用户通过遥控键盘和遥控鼠标等远程控制器输入信息。底层设备将捕获到的鼠标信息和键盘信息,由硬件驱动程序递交 ViewML 浏览器,从而驱动浏览器工作。ViewML 浏览器通过闭路电视线访问远程的电子节目单网站中心,下载网页供用户浏览。

当进行 Simple TV Control 时, ViewML 浏览器通过 HTTP 协议向 mini\_httpd (WEB SERVER) 发出访问请求。mini\_httpd 通过 CGI 方式调用 Simple TV Control 程序, 它通过访问硬件驱动程序读取硬件状态信息, 并对这些数据进行处理, 以 HTML 格式输出。mini\_httpd 再以 HTTP 协议传给 ViewML 浏览器, 最终以网页的形式呈现在用户面前。用户可以通过遥控器向 ViewML 浏览器输入信息, ViewML 浏览器再通过 mini\_httpd 调用 Simple TV Control 的 CGI 程序写入新的控制信息。主程序的软件流程如图 4 所示。

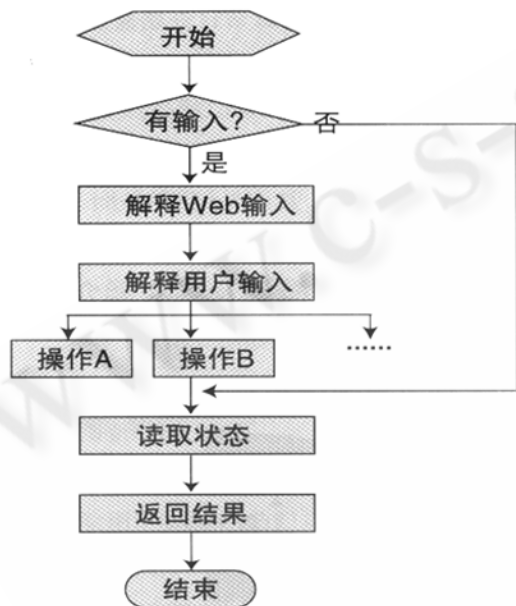


图 4 主程序的软件流程

主程序中首先判断是否有用户的键盘或鼠标输入。若无, 则读取电子节目单或硬件的状态信息, 以网页的形式返回给用户; 若有用户的键盘或鼠标输入, 则先由 ViewML 对其解释执行, 根据 HTML 原码中指定的参数调用相应的 CGI 程序。CGI 应用程序再具体解释用户的输入意图。根据用户输入意图的不同, 程序产生分支, 分别进行操作 A、操作 B、操作 C, 如进行访问远程节目网站中心、影响效果调节、色觉效果调节等。操作调节结束后, 再读取当前的硬件的状态信息, 以网页的形式返回给用户。主程序中判断是否有用户的键盘或鼠标输入的过程是一个周而复始的过程, 不断检测是否有用户输入, 执行以上两个大的程序分支。

电子节目单系统完成的功能主要有:

- 节目预览: 通过 ViewML 浏览每日的节目时间表及节目介绍。
- 收发邮件: 通过浏览器可以接收和发送电子邮件。
- 视频点播: 通过 CATV 网及远程节目网站中心完成视频数据的下载及播放。
- 主动服务: 通过机顶盒内部的时钟系统, 完成接收电视节目的主动信息提示功能。
- 电视加锁: 通过密码设定, 对电视机的接收功能加锁, 避免小孩在电视机前无限制的浪费时间。
- 硬件参数控制: 通过 WEB 页面完成硬件参数的设置功能, 如音量、对比度、亮度、色度、屏幕位置及屏幕大小等。可根据个人喜好预存方案。

## 5 结束语

嵌入式软件是一种从工业用途到家用电器均运用广泛的芯片式软件, 今后从工业机器人到“智能”电冰箱都将采取大量的嵌入式软件, 因此对这一领域的研究具有十分重要的意义。基于嵌入式环境的电视节目单系统机顶盒部分的设计与实现既是我们对这一前沿领域的一次探索。通过实践我们发现在嵌入式 LINUX 上运行 Microwin、mini\_httpd 和 ViewML 是一个优秀的组合, 他们的代码远远小于 X-Window、Apache、Netscape 的常规组合, 但功能已足以满足嵌入式设备的要求。此外在嵌入式设备内部也可采用微型的 Web-Server 结构, 其优点是程序结构灵活、界面生动并易于功能扩展。■

### 参考文献

- 1 Nelson ad Linton .A Highly Available, Scalable ITV System.proc.Fifteenth Symp.On Operating Systems Prin.ACM, 1995,54-67.
- 2 ViewML 主页www.ViewML.org.
- 3 HTML3.2 Reference Specification.97.01.14 http://www.w3.org/pub/www/
- 4 fltk 主页programming manual www.fltk.org.
- 5 梁合庆, 当今嵌入式系统综述与新的投资机遇 [J]. 测控技术, 2000 (3)。
- 6 吕京建 肖海桥 嵌入式系统综述 http://www.bol-system.com.

