

数字电视机顶盒人机交互组件的设计与实现*

王进华^{1,2}, 曾凌峰², 张勤利²

(1. 华南理工大学 计算机科学与工程学院, 广东 广州 510006;

2. 罗定职业技术学院 电子信息系, 广东 罗定 527200)

摘要: 对交互组件的 RC5 码信号规范进行分析, 定义了遥控器的脉冲、状态变量以及解码应用的数据类型, 完成交互组件的初始化、中断处理、键值信号处理的流程设计与软件实现。最后基于嵌入式操作系统在机顶盒硬件上进行人机交互运行调试。结果表明, 该交互组件不仅能满足数字电视和交互增值业务的需求, 而且相比其他同类产品, 在响应速度上得到提高, 人机交互的时延有所减小。

关键词: 数字电视; 机顶盒; 交互组件; RC5 码; 软件设计; 实时性

中图分类号: TP273.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)20-0096-03

Design and implementation of digital TV set-top box's human-computer interaction component

Wang Jinhua^{1,2}, Zeng Lingfeng², Zhang Qinli²

(1. School of Computer Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2. Department of Electronics and Information, Guangdong Luoding Polytechnic, Luoding 527200, China)

Abstract: The paper analyzes the RC5 code key signal specification of interactive module, defines the the data types of remote control pulse, the state enumeration, the decoding application in detail. And then accomplishes the the interactive components' algorithm design and software implementation for initialization, interrupt handling and key signal processing. Finally, human-computer interaction debugging and running over the set-top box based on embedded operating system. It can not only meet the demand for interactive digital television and proliferation services, but compared to other similar products, it can also improve respond speed and reduce time delays of human-computer interaction.

Key words: digital TV; STB; interactive component; RC5 code; software design; real-time

三网融合和信息技术的发展引发了有线电视的数字化整体平移, 数字电视机顶盒则是终端用户接收数字电视和 CATV 宽带综合服务的平台。数字电视机顶盒不可缺少的模块是用户交互组件的设计与实现, 其目标是以简单的方式提供对电视屏幕的选择控制, 同时提供可视反馈信息和浏览^[1]。遥控接收是最主要和最便利的用户交互组件, 软件位于嵌入式系统的上层。

1 交互组件的基本工作原理与键值规范

遥控器将遥控信号(二进制脉冲码)调制在 38 kHz 的载波上, 经缓冲放大后送至红外发光二极管, 转化为红外信号发射给遥控红外接收模块, 后者将用户指令转换成相应的键值, 发送给嵌入式系统来执行相应的处理和操

作, 从而实现人机交互^[2]。二进制脉冲码的形式有多种, 其中最为常用的是脉冲宽度调制码(PWM)、脉冲位置调制码(PPM)和 RC5(Remote Control 5)码等^[3]。本系统交互遥控器组件设计采用符合 Philips RC5P 标准的信号, RC5 码的格式如图 1 所示^[4]。

ST ₁	ST ₂	Ctrl	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀	S ₅	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₀
-----------------	-----------------	------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

图 1 RC5 码格式

RC5 码的编码信号有 14 bit, 并利用信号中间位的变化(上升表示“1”, 下降表示“0”)来检测发送的信号位是“0”还是“1”。前两位 ST₁ 和 ST₂ 为起始位; ST₁ 常为“1”, ST₂ 和 ST₁ 组合产生一个虚拟命令位 S₆; 若 ST₁/

* 基金项目: 广东省科技攻关项目(20045040056); 罗定职业技术学院科研课题(20081230)。

应用奇葩

Example of Application

$ST_2 = "1 1"$, 则 $S_6 = "0"$; 若 $ST_1/ST_2 = "1 0"$, 则 $S_6 = "1"$ 。第三位是控制位, 一般不变化, 只有当连续按到同一个键时脉冲值才发生翻转。 $S_0 \sim S_4$ 用于表示设备的地址, 如 TV 值为 0, VCR 值为 5 等。 $S_0 \sim S_5$ 表示按下的键值, 共有 64 种不同的表示方式; 当然根据起始位 ST_2 的设定, 还会有 S_0 、 S_5 和 S_6 的组值^[5]。

图 2 为一个键值为 0x35 的信号的实例。本系统的键值参数设定如表 1 所示。



图 2 RC5 码的一个实例

本系统用一个数组设定遥控器的主要键值如下:

```
u_int32 rc5_xlate_table[] = {
  CNXT_0, CNXT_1, CNXT_2,
  CNXT_3, CNXT_4, CNXT_5,
  CNXT_6, CNXT_7,
  CNXT_8, CNXT_9,
  CNXT_ENTER, 0,
  CNXT_POWER, CNXT_MUTE,
  0, CNXT_ENTER,
  CNXT_VOLUP, CNXT_VOLDN,
  0, 0, CNXT_GREEN, 0, 0, 0,
  0, 0, CNXT_RED, 0,
  CNXT_UP,
  CNXT_DOWN, 0, 0,
  CNXT_CHANUP, CNXT_CHANDN, CNXT_LAST, 0, 0, 0,
  0, 0,
  0, CNXT_PAUSE, 0, CNXT_RIGHT, CNXT_LEFT, 0,
  CNXT_MENU, 0,
  0, 0, CNXT_REVERSE, 0, CNXT_FORWARD,
  CNXT_PLAY, CNXT_GUIDE, CNXT_RECORD,
  CNXT_YELLOW, CNXT_REFRESH, 0, 0, 0, 0,
  CNXT_DISPLAY, 0,
  0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
};
```

2 交互组件软件设计与实现

交互实现的流程是: 遥控信号触发一个中断并将接收到的码值存入一指定的缓冲器中, 同时发送一个信号给应用程序中专门负责接收遥控器按键值的任务。此任务不断地读取遥控信号, 一旦检测到信号, 就到指定的缓冲器中将码值读出, 再按照事先规定好的遥控器码值对应表转换为应用程序可以识别的键, 并通过消息队列发送给用户接口界面程序, 由它对按键进行响应, 并进行相应的处理操作^[2]。首先构造遥控器相关的状态及数据类型如下:

```
遥控器脉冲的类型
typedef struct PULSE {
```

```
u_int32 length;
bool high;
bool shortpulse;
bool longpulse;
bool interwordpulse; } PULSE, * PPULSE;
遥控器状态枚举变量
enum irstate
{
  STATE_HEADER_SEARCH,
  STATE_MODE_SEARCH,
  STATE_TRAILER_SEARCH,
  STATE_CUSTOMER_SEARCH,
  STATE_BSKYBMODE_SEARCH,
  STATE_CMD_SEARCH,
  STATE_SFT_SEARCH
```

```
};
遥控器解码应用的类型
typedef struct IRDECODE_INSTANCE {
  enum irstate current_state;
  u_int32 packet;
  u_int32 last_packet;
  u_int32 num_bits;
  u_int32 prev_bit;
  u_int32 mid_bit;
  u_int32 last_cnxcodes;
  bool sent_key_up;
  bool last_matched;
} IRDECODE_INSTANCE, *PIRDECODE_INSTANCE;
```

交互组件的软件模块主要完成初始化、中断处理、键值信号处理等任务。

2.1 初始化

组件初始化通过一些函数模块主要完成以下任务:

(1) 初始化定时器、端口引脚。通过软件函数分别实现前/后端硬件和端口的初始化。

(2) 检测端口初始化是否完成, 设置寄存器值, 创建信号量, 当有中断时给解码任务发送消息。

(3) 使能中断, 启动中断处理程序。

为了提高交互组件响应的快速性, 在初始化过程中需要以较高的优先级配置遥控器中断寄存器。

2.2 中断处理

中断处理函数先将接收到的脉冲信号存入先进先出(FIFO)存储器, 同时产生一个中断信号, 触发中断处理程序从 FIFO 存储器中读出信号, 存入缓存, 再发送一个消息触发解码任务, 从而进行脉冲信号的解码处理。

2.3 键值信号处理

接收到中断处理程序发出的消息后, 键值处理任务启动, 读取缓存中的信号值, 并调用 `ir_state_change()` 函数来实现信号的解码, 从 RC5 码中得到系统能够识别的键值, 取得与表 1 中相应的键值, 发送键值消息到 Pro-

cess_keystroke()函数,嵌入式系统主CPU根据接收到的具体IR键值和对应的功能完成相应的操作。IR_Decode()函数实现键值信号处理即脉冲信号解码过程,流程如图3所示。

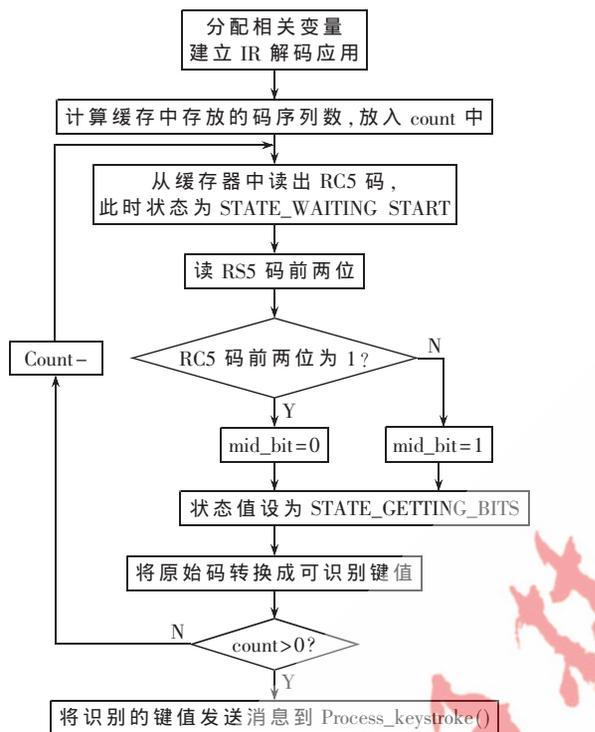


图3 键值信号处理流程图

具体实现代码:

```

void IR_Decode(void * pinst_decode, PIRRX_DATAINFO
               pdatainfo, PIRRX_KEYINFO pkeyinfo)
{ PIRDECODE_INSTANCE pinstance;
  u_int16 count;
  pinstance =(PIRDECODE_INSTANCE)pinst_decode;
  count = query_data(pdatainfo->iwrite, pdatainfo->iread);
  while (count > 0)
  {trace_new(TR_IRD, "\nRC5DECOD: IRData 0x%8.8X ",
            pdatainfo->data[pdatainfo->iread]);
  pinstance->current_state = ir_state_change(pinstance, pdatainfo,
                                             count, pkeyinfo);
  count = query_data(pdatainfo->iwrite, pdatainfo->iread);
}
  
```

}

}

3 系统测试与运行

作为一种支持光缆与同轴电缆混合网(HFC)综合业务的嵌入式电子设备,在数字电视机顶盒样机上进行调试,并运行基于电缆调制解调器(Cable Modem)的网络接入和数字电视接收服务,运行效果良好,人机交互响应快、时延小。运行测试效果图如图4所示。

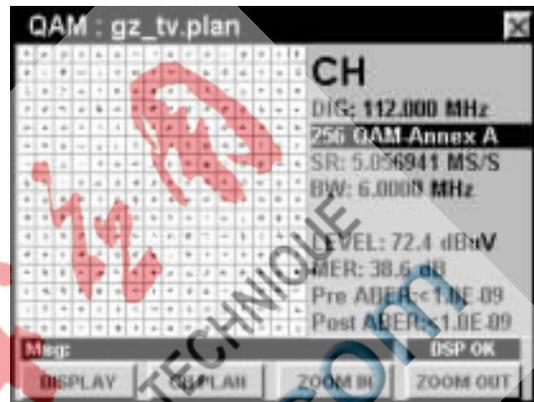


图4 系统运行测试效果图

本文设计实现了能支持数字电视、数据广播等综合业务机顶盒的交互组件的数据结构、软件流程,并在嵌入式操作系统 VxWorks 软件环境下完成了调试运行,运行结果满足人机交互的业务需求和实时性要求。

参考文献

- [1] 陆伟.交互式电视系统中的机顶盒[J].有线电视技术, 2002, 9(20): 63-64.
- [2] 章悦.新一代数字高清晰度电视机顶盒用户接口软件设计与实现[D].天津:天津大学, 2004.
- [3] 丁磊.一种基于 RC5 编码的按摩浴缸用红外遥控器设计[J].微计算机信息, 2006, 22(17): 14-17.
- [4] ATMEL.AVR415:RC5 IR remote control transmitter[S].2003.
- [5] ATMEL.AVR410:RC5 IR remote control receiver[S].2002.

(收稿日期:2011-05-16)

作者简介:

王进华,男,1977年生,博士,主要研究方向:智能软件与嵌入式应用开发。