

基于 PXA270 的分布式地铁车载系统开发*

李树江^{1,2}, 韩丹^{1,2}, 王向东^{1,2}, 孔丽新¹

(1.沈阳工业大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110870;

2.沈阳工业大学 辽宁省教育厅嵌入式技术应用重点实验室, 辽宁 沈阳 110870)

摘要: 基于 PXA270 硬件平台与 WinCE 嵌入式操作系统, 采用媒体文件的 IP 组播传输、DirectShow 数据解码播放、报站信息的无线射频自动触发技术, 实现列车终端报站、多媒体播放和信息提示等功能, 同时可以实现车头与车厢间的车载广播中心和车载播放终端功能互换, 增加了车载系统的可靠性和灵活性。

关键词: 多媒体; 嵌入式系统; 车载系统; 地铁

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)11-0001-05

The development of distributed subway vehicle system based on PXA270

Li Shujiang^{1,2}, Han Dan^{1,2}, Wang Xiangdong^{1,2}, Kong Lixin¹

(1.School of Information Science and Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;

2.Key Laboratory of Embedded Technology, Education Department of Liaoning Province, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China)

Abstract: Using technology of IP multicast, DirectShow decode and play, RF trigger, this paper realized the functions of station reporting, multimedia playing and transfer information suggesting based on the PXA270 hardware platform and WinCE embedded operation system. Meanwhile, the vehicle broadcast center and the vehicle player terminals can exchange. So this enhanced the system's reliability and flexibility.

Key words: multimedia; embedded system; vehicle system; subway

车载信息娱乐系统与报站系统作为地铁列车必不可少的配置显得尤为重要, 可以使乘客准确地确定到站站点、缓解乏味的旅途, 也可以轻松地获得各站点的换乘路线、乘车指南等有意义的信息。

早期车载多媒体播放器多是传统的磁带收音机、CD 播放器、DVD 播放器等, 磁带机的缺点是音质不好且由于传动机械的故障会出现卡带的现象, 现基本已淘汰。车载 CD 播放器最近几年才应用于车载系统, 在音质方面有了很大的提高, 但只能读取 CD 光盘不能下载网络媒体, 具有歌曲更换不便的缺点, 同时缺少可视效果^[1]。DVD 是采用 MPEG2 标准压缩的全数字影音光盘, 它的特点是音质高、画质高、容量大, 但成本相对较高, 同时也具有 CD 播放器媒体文件更换不便的缺点^[2]。现阶段的车载媒体播放系统多采用嵌入式技术, 如以三星

S3C2440A 处理器为核心的车载信息服务系统, 可实现信息提示、导航定位、多媒体播放等功能^[3]。其中媒体播放多基于嵌入式流媒体技术, 如通过 GStreamer 和 RTP/RTCP 流媒体协议设计流媒体播放器^[4]。但此方式对于列车这种单一源多接收端拓扑结构, 其带宽占用高, 易造成堵塞。

现有公交报站系统仅是音频广播报站, 地铁的报站提示是通过三色 LED 的颜色变化与音频广播来实现的, 报站形式单一, 且缺少换乘路线、乘车指南等信息的提示, 同时与媒体播放系统相分离。例如通过在站台与列车上分别放置 RF 无线节点来实现自动报站。其系统使用射频与接收芯片 CC1100、语音播放芯片 VS1003 和单片机控制, 通过对每一个车站进行 ID 编码, 利用身份识别技术实现自动报站功能^[5]。此外, 也有基于 ZigBee 技术的定位解决方案, 通过放置无线节点组成 ZigBee 网络, 根据射频接收信号强度指示计算出所需定位的位置^[6],

* 基金项目: 辽宁教育厅重点实验室项目 (LS2010115, LS2009S075); 沈阳市科技局项目 (F10-223-4-00)

此方法对于实现报站功能成本过高。由于地铁运行于地下,乘客没有可参考的建筑物标识来判断即将到达的站点,因此其报站系统十分重要。而实现地铁的自动报站并非易事,它不能像地面公交系统那样通过 GPS 定位系统^[7]来实现车辆的定位与报站。

针对以上问题,本文开发了一种基于 PXA270 硬件平台与 WinCE 嵌入式操作系统的车载媒体报站系统。此系统集媒体播放、站点信息播报与换乘信息提示于一体,媒体文件更换方便快捷。系统采用分布式布局,各车载播放终端通过软件升级后,完全可以作为车载广播中心使用,因此进一步增加了系统的稳定性。系统采用嵌入式技术,专用性强、特色功能易实现,如可根据站点的具体布局提示乘客换乘路线等。同时采用 WinCE 嵌入式操作系统,具有实时性好的特点。

1 系统硬件平台设计

系统采用 Xscale PXA270 芯片为核心处理器,主频为 520 MHz,SDRAM 为 64 MB,Flash 为 32 MB^[8-9]。由于报站同步性的需要,通过 IP 组播的方式将站点信息与媒体文件传输至各节车厢,这样既方便了多媒体文件的更新,同时也减少了系统的成本。系统主体框图如图 1 所示,采用分布式布局,即在列车的车头放置车载广播中心,实现站点的接收、媒体文件的存储,通过 IP 组播将到站离站信息与媒体文件传输至各节车厢。在各节车厢放置车载播放终端,负责接收站点信息与媒体文件,并完成多媒体播放与站点信息的广播报站功能。同时各节车厢的车载播放终端也可以作为车载广播中心进行工作,这样系统更加稳定可靠。

1.1 车载广播中心

车载广播中心放置在车头,负责站点信息与媒体文

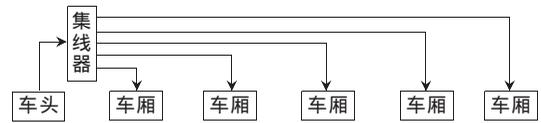


图 1 系统主体框图

件的广播,其框图如图 2 所示。U 盘负责存储媒体文件,触摸屏用于播放列表的制作与更换,按键则用于离站的信号触发,网络控制器则负责将站点信息与媒体文件传输至各车载播放终端。

1.2 车载播放终端

车载播放终端负责媒体文件与报站信息的接收和播放,其框图如图 3 所示。网络控制器用于接收报站信息与媒体文件,U 盘用于存储各站点的报站音频与信息提示文件,LCD 则用于视频与站点信息的显示,喇叭用于音频的播放。



图 2 车载广播中心

图 3 车载播放终端

1.3 站台节点与车载节点

站台节点采用 STC89C52 单片机为微处理器,通过其 P0 口连接 8 位拨码开关,实现对各站点的编码标识。NRF905 模块与 STC89C52 单片机之间通过 SPI 串行外设接口通信,STC89C52 P1.4~P1.7 引脚分别与 NRF905 模块的 MISO、MOSI、SCK 和 CSN 引脚相连,通过 C 程序模拟 SPI 时序完成数据的传输。站点的标识通过 NRF905 模块发送。站台节点原理图如图 4 所示。

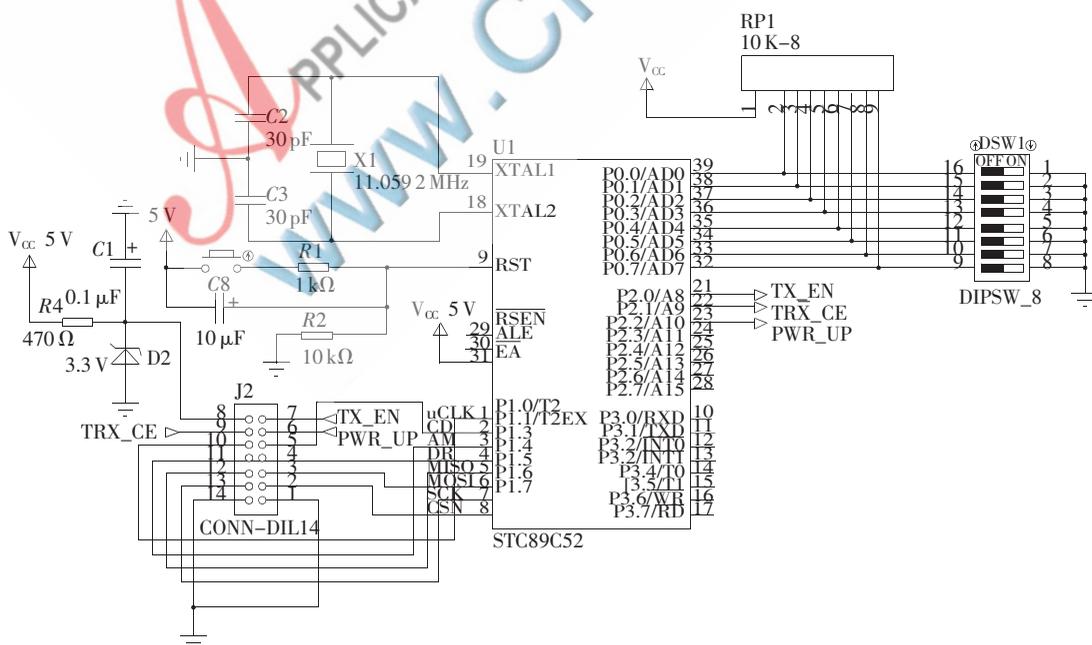


图 4 站台节点原理图

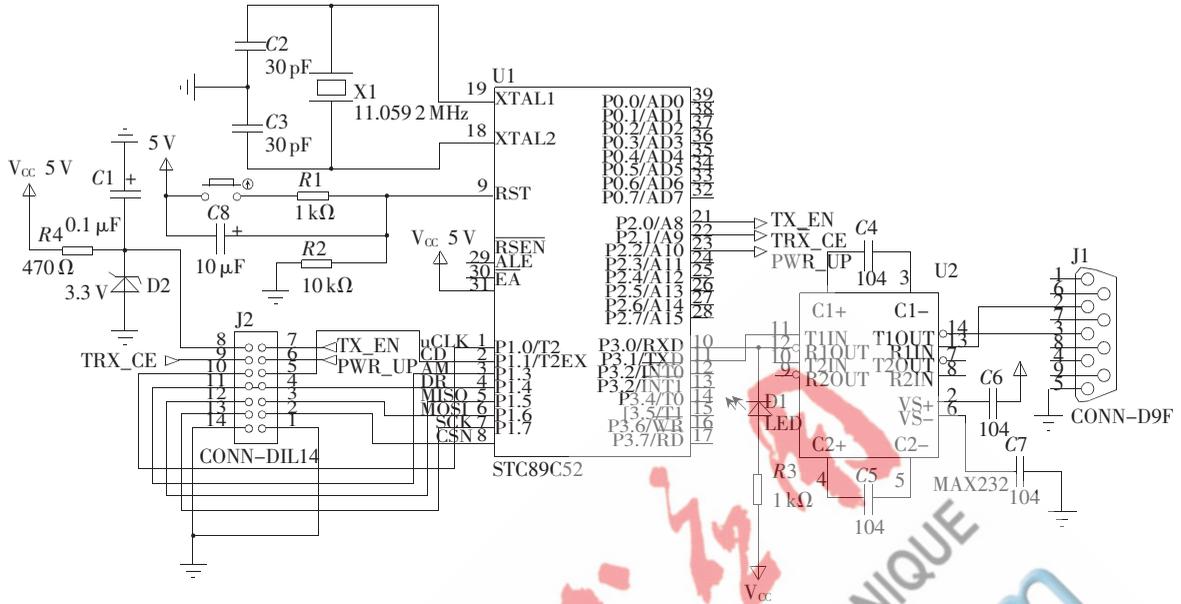


图5 车载节点原理图

车载节点上的 NRF905 模块负责接收站点标识,并通过串口将站点标识数据传输至车载广播中心。NRF905 模块的连接方式同站台节点。车载节点原理图如图 5 所示。

2 系统软件构建

2.1 操作系统的选择与定制

WinCE 是微软公司嵌入式、移动计算平台的基础,它是一个开放的、可升级的嵌入式操作系统^[10]。WinCE 是从整体上为有限资源平台设计的多线程、完整优先权、多任务的操作系统,模块化的设计使 WinCE 系统可大可小,具有很好的稳定性与移植性;支持多种外围硬件与设备,图形界面出色,其强大的图形界面开发能力是其他嵌入式操作系统所不具备的,因此很适合作为车载平台的操作系统。

利用 WinCE 进行嵌入式系统开发的首要工作是操作系统的定制,即根据实际需要进行裁剪、添加所需的组件与驱动,以及配置文件的修改。系统定制^[11]的主要步骤如下:

(1) 创建新工程

通过微软提供的 Platform Builder 5.0 新建工程,在选择 BSP 包时,选择开发板提供的 XSBASE270:ARMV4I。由于此系统的主要功能是多媒体的解码播放,因此设计模板选择为 Digital Media Receiver。之后根据实际需要选择相应的组件完成工程的创建。

(2) 配置平台

此过程主要是添加相关组件,是整个定制车载多媒体系统过程中的重点。其中主要有 Usb Activesync (File Sync)、USB Mass Storage、中文字体 (Chinese[Simplified])、Fat File System、键盘驱动(用于按键触发)、网卡驱动(用于网络传输)、触摸屏驱动(用于多功能操作)、

DirectShow 组件以及 mp3、MPEG-1 的解码 Filter(用于媒体播放)等。通过 Platform Builder 5.0 编译生成的 NK.bin 文件下载至开发平台。

(3) 导出 SDK

导出的车载多媒体系统 SDK 用于在 PC 宿主机上通过 Visual Studio 2005 开发车载广播中心端 MyNetSend 以及车载播放终端 MyNetPlayer 应用程序。首先 Configure SDK 对 SDK 进行相应的配置,之后 Build SDK 等待完成后将生成的 SDK 安装于 PC 宿主主机。

2.2 软件工作流程

车载广播中心完成媒体文件的 IP 组播发送、播放列表制作、站点信息接收和按键触发报站功能。具体流程如图 6 所示。

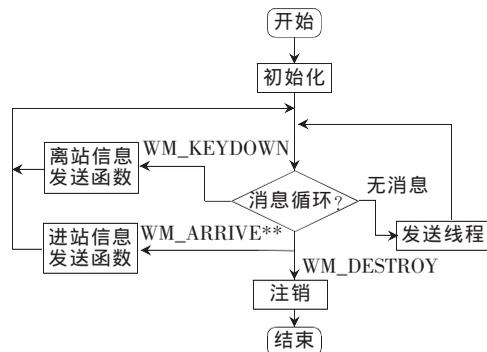


图6 MyNetSend 软件流程图

MyNetSend 发送端程序启动后首先进行页面的初始化、播放列表的加载,之后启动发送线程,将列表中的文件依次组播发送。当接收到到站信号后将发送线程挂起,之后调用进站信息发送函数,等待报站音频播放结束后恢复发送线程。当有按键按下时产生 WM_KEYDOWN 消息,再将发送线程挂起,之后调用离

站信息发送函数,等待报站音频播放结束后恢复发送线程。如此往复循环。

车载播放终端负责媒体文件的接收与播放、语音报站以及到站与换乘信息提示。具体流程如图7所示。MyNetPlayer接收端程序启动后创建DirectShow的滤波器链表FilterGraph,启动接收线程,解析接收到的组播报的报头,如果是DATA_MEDIA则将数据报通过DirectShow技术解码播放;如果是ARRIVE**则向窗口类发送WM_ARRIVE**消息,窗口类接收到对应的到站消息后则调用对应的到站处理函数,即播放到站提示音频与显示到站与换乘提示信息;如果是LEAVE**则向窗口类发送WM_LEAVE**消息,窗口类接收到对应的出站消息后则调用相应的出站处理函数,即播放出站提示音频与下一站的换乘提示信息。

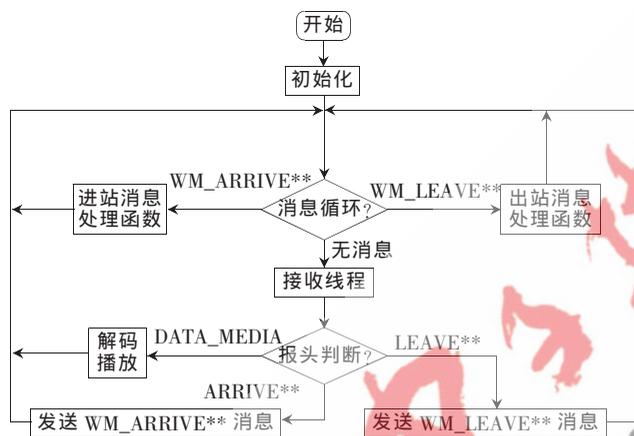


图7 MyNetPlayer软件流程图

2.3 功能实现

2.3.1 媒体文件的IP组播与接收

IP组播是通过使用特定的IP组播地址,将IP数据报传输到一个组播群组,所有加入该组的网络接收者均可以收到这份数据,这样极大地减小了网络负载。媒体文件的组播是通过CMulticastAdmin类来实现的,具体过程如下:

(1) 发送端

① 创建组播组

```
mMulticaster->CreateMulticaster();
```

② 获取媒体路径名

```
SourceFile=mProgramListCtrl.GetItemText(NowListNum,1);
```

③ 打开媒体文件

```
m_objFile.Open(m_strSourceFile,CFile::modeRead|CFile::typeBinary)
```

④ 读取媒体文件数据

```
nRead=m_objFile.Read(pBuf+sizeof(MSG_HEADER),MPEG1_PACK);
```

⑤ 设置数据报报头

```
pMsg->nMsgType=DATA_MEDIA;
```

⑥ 组播

```
Multicast(pBuf,nMsgSize);
```

(2) 接收端

① 开启接收线程

```
m_pReceiver->StartReceiving();
```

② 接收数据

```
nret=Receive(buff,nMsgSize);
```

③ 解析报头

```
PMSG_HEADER pMsg=(PMSG_HEADER)buff;
```

```
nMsgType=pMsg->nMsgType;
```

2.3.2 DirectShow 解码播放

DirectShow是微软公司在ActiveMovie和Video for Windows的基础上推出的新一代基于COM的流媒体处理的开发包^[12]。DirectShow使用Filter Graph的模型来管理整个数据流的处理过程,各个Filter在Filter Graph中按一定的顺序连接成一条“流水线”协同工作。按照功能划分,Filter大致分为三类:Source Filters、Transform Filters和Rendering Filters。首先通过Source Filters负责取得网络组播数据,然后将数据往下传输,之后经Transform Filters进行数据的格式转换、传输,最后Rendering Filters将数据传送给显示与音频设备进行多媒体的演示。接收端MyNetPlayer进行解码播放的过程如下:

(1) 创建滤波器链表管理器 m_pGB

```
HRESULT hr=CoCreateInstance(CLSID_FilterGraph,
NULL,
CLSCTX_INPROC,
IID_IGraphBuilder,
(void*)&m_pGB);
```

(2) 查询媒体控制接口

```
hr=m_pGB->QueryInterface(IID_IMediaControl,(void*)&m_pMC);
```

(3) 添加自己制作的接收网络数据的 SourceFilter

```
hr=m_pGB->AddFilter(m_pSourceReader, NULL);
```

(4) 构建滤波器链表,渲染媒体文件

```
HRESULT hr=m_pGB->Render(m_pSourceReader->GetPin(0));
```

(5) 进行播放

```
hr=m_pMC->Run();
```

2.3.3 自动报站

自动报站是通过向窗口类发送自定义的到站与离站消息来实现的。当窗口类接收到到站或离站消息后再调用相应的消息处理函数,从而实现自动报站。下面是WM_MESSAGE_ARRIVE1站点的到站消息处理函数,其他消息处理函数与其类似。

```
LONG CMyNetPlayerDlg::OnMessageARRIVE1(WPARAM
wParam, LPARAM lParam)
```

```
{
m_pGraph->m_pVW->put_Visible(OAFALSE);
```

《微型机与应用》2012年第31卷第11期

```

//将视频画面屏蔽
InitMyGraph();
//初始化用于播放 mp3 音频文件的 GraphFilter
bmp.LoadBitmap(IDB_BITMAP1); //加载到站位图
drawbitmap(); //显示位图
m_StaText.SetWindowText(L"十三号街站到了");
//显示到站信息

HRESULT hr;
long evCode;
hr=pGraph->RenderFile(L"硬盘/stationin/1.mp3",
NULL); //构建滤波器链表,渲染报站音频文件
hr=pControl->Run(); //播放
pEvent->WaitForCompletion(INFINITE,&evCode);
//等待音频播放完毕

pControl->Release(); //释放资源
pEvent->Release();
pGraph->Release();
CoUninitialize();
bmp.DeleteObject();
m_pGraph->m_pVW->put_Visible(OATRUE);
//显示原视频画面

return 0;
}

```

3 系统测试实验

在实验室内模拟列车运行流程进行测试,通过三个开发平台完成实验,其中之一运行 MyNetSend 程序作为车载广播中心,其余两个运行 MyNetPlayer 程序,模拟为车载播放终端。

3.1 车载广播中心的媒体文件发送

车载广播中心通过车载节点接收站台信息实现到站与离站信息的提示。发送终端软件界面如图 8 所示,可通过添加与删除按钮进行媒体文件的添加删除,从而完成媒体文件列表的制作,车载广播中心软件则根据该文件列表顺序循环广播。其主要特点是根据站台节点发送的站台信息报站,报站准确无误,且当有多次按键触发时不乱报。

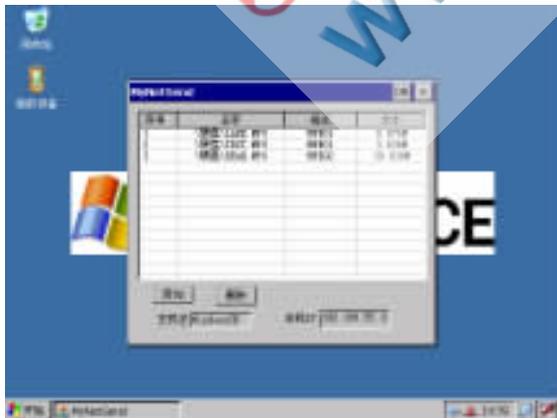


图 8 车载广播中心联机调试界面

3.2 车载播放终端的媒体播放与自动报站

车载播放终端完成了将接收的媒体文件解码播放,到站与离站信息的播报。图 9 为模拟列车运行中(无偶次按键触发、无站台节点信息)播放媒体文件时的显示界面,此时终端界面底部循环显示日期、时间、下一站信息和换乘信息,上部播放接收到的媒体文件,界面简洁人性化。

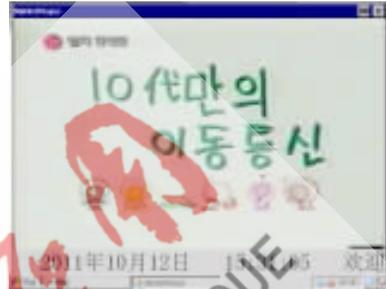


图 9 车载播放终端媒体文件的播放界面

图 10 为模拟列车离站时(有偶次数按键触发),车载播放终端准确无误地显示下一站的站名、换乘信息和站点附近路线图,同时语音播报相关提示信息。



图 10 车载播放终端离站信息提示界面

本文提出了基于 PXA270 微处理器与 WinCE 嵌入式操作系统的地铁媒体报站系统实现方案,系统能够充分完成媒体文件的传输播放与到站、离站信息的准确提示。车载广播中心可通过更改播放列表完成媒体文件的更新,既方便快捷又经济。车载播放终端界面简洁人性化。同时通过软件升级可支持更多种媒体文件的播放。

参考文献

- [1] AIGNER M, BEHREND S E, STERN M. Von pythagoras zum CD player[J]. The Mathematical Intelligencer, 2003,25(3):60-62.
- [2] WALKER K, MARTENS W L. Perception of audio-generated and custom motion programs in multimedia display of action-oriented DVD films [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2006,4129:1-11.

- [3] 田仲富,吴连香,黄兴,等.基于 ARM9 的车载信息服务系统设计[J].计算机应用,2011,30(8):26-29.
- [4] 孟凡飞,刘金海,吴宗泽.基于 GStreamer 的嵌入式流媒体播放器的设计[J].微计算机信息,2010,26(7-2):31-32.
- [5] 李会聪.基于有源 RFID 的自动报站系统研究[J].现代电子技术,2010,23:155-157.
- [6] BOE J. Zigbee localization solution [J]. Electronic Design & Application Word-Nikkei Electronics China, 2008(1):85-86.
- [7] ALLA A N A, RAUF M, FAKHARUDDIN A. A novel identification and monitoring technique of multi ID public transport for station reporting [J]. Scientific Research and Essays, 2011,6(10):2129-2136.
- [8] 罗嵘,何苦.H.264 软件解码器在 PXA270 平台上的优化[J].电子技术应用,2008,34(12):45-49.
- [9] Intel Corporation. Intel PXA27x processor family developer's manual. 2005.
- [10] 杨会丽,庞志峰,高贵龙.基于 WINCE 的嵌入式图像处理系统[J].微计算机信息,2010,26(5-2):196-198.
- [11] 张晶,李心广.基于 Intel PXA270 的 WinCE 操作系统移植[J].微计算机信息,2008,24(5-2):39-41.
- [12] Visual C++ 音频/视频处理技术及工程实践[M].北京:电子工业出版社,2009:234-252.

(收稿日期:2012-01-11)

作者简介:

李树江,男,1966年生,教授,主要研究方向:智能控制理论与应用,嵌入式控制技术,无线传感器网络,中央空调系统的节能与优化控制。

韩丹,男,1986年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式控制系统应用。

王向东,男,1959年生,教授,主要研究方向:无线传感器网络,非线性系统和复杂系统控制,群智能优化。