

# The Embedded Design of Audio Network Transmission Based on WinCE Operating System\*

Wenfeng Li<sup>1</sup>, Juming Li<sup>1</sup>, Keqiang Xu<sup>2</sup>, Jun Lu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>College of Communication and Information Engineering, Xi'an University of Science & Technology, Xi'an

<sup>2</sup>Xi'an Mount Zhong Nan Information Technology Ltd, Xi'an

<sup>3</sup>Shijiazhuang Institute of Career Academy, Shijiazhuang

Email: liwenfeng@xust.edu.cn; {lijuming2008, lujun07}@163.com; glen\_xu@qq.com

Received: Oct. 14th, 2011; revised: Oct. 25th, 2011; accepted: Nov. 9th, 2011.

**Abstract:** In order to solve the heavy equipment and hard to build fast networking problems in mine emergency rescue communication network, a portable network terminal equipment is designed in this paper. It uses WinCE system and TCP/IP network protocols, including WinCE transplantation, network transmission and WinCE embedded application development. A mutually for the client server network communication is realized, and the real-time transmission of underground video, audio, environmental parameters acquisition information is achieved. Finally the embedded terminal and the PC host combined joint debugging are conducted. Test data indicate that audio network transmission is efficient, and the software code is with good encapsulation and portability.

**Keywords:** Mine Emergency Rescue; Network; TCP/IP; WinCE

## 嵌入式 WinCE 的视音频网络传输设计\*

李文峰<sup>1</sup>, 李举名<sup>1</sup>, 徐克强<sup>2</sup>, 陆军<sup>3</sup>

<sup>1</sup>西安科技大学通信与信息工程学院, 西安

<sup>2</sup>西安终南信息技术有限公司, 西安

<sup>3</sup>石家庄理工职业学院, 石家庄

Email: liwenfeng@xust.edu.cn; {lijuming2008, lujun07}@163.com; glen\_xu@qq.com

收稿日期: 2011年10月14日; 修回日期: 2011年10月25日; 录用日期: 2011年11月9日

**摘要:** 为了解决矿山应急救援通信网络设备沉重、快速组网困难的问题, 本文设计了一种便携式网络终端设备。其采用 WinCE 系统和 TCP/IP 网络传输协议, 包括 WinCE 移植工作, 网络传输和 WinCE 嵌入式应用程序的开发。实现了一种互为客户端服务器的网络通信, 完成了井下视频、音频、环境参数采集信息的实时传输。最后将嵌入式终端和 PC 主机结合起来进行了联合调试。大量测试数据表明视音频网络传输高效, 软件代码具有良好的封装性, 可移植性。

**关键词:** 矿山应急救援; 网络传输; TCP/IP; WinCE

### 1. 引言

近年来, 我国矿山事故频繁发生, 例如塌方、透水、煤矿起火、瓦斯爆炸等, 对矿工生命构成威胁, 并使国家遭受重大经济损失。为此, 国家煤矿安全监察局成立了矿山救援指挥中心。预示着国家对矿山救

援设备及救援人员素质的要求有进一步的提高<sup>[1]</sup>。本文源于井下现场信息记录仪研发项目, 旨在设计一款专用于矿山应急救援通信的便携式设备, 实现井下移动通信、视频传输、语音双向传输、人员定位以及瓦斯粉尘监控信息传输。方便灾后救援人员快速展开救援工作。网络通信是整个系统设计的关键基础, 本文重点阐述软件平台搭建和网络通信的实现。

\*基金项目: 国家科技部 2009 年度科技型中小企业技术创新基金(09C26226115674); 2010 年西安市科技创新支撑计划(CY100850); 陕西省教育厅自然科学专项(08JK354)。

## 2. 平台搭建

矿山应急救援通信环境复杂。通信设备具有便携式，本质安全，宽带自组和即铺即用的特点<sup>[1]</sup>。灾害发生后，井下固定通信设施可能全部损坏或无法正常工作。在井下巷道空间狭窄，低照度，信号质量弱的复杂环境下进行通信救援时，需要快速独立组网，恢复通信。

该网络系统实现井上指挥中心(JLY\_PC)，井下基地(JLY\_Base)和现场信息记录仪(JLY\_CPE)三部分之间的网络通信。采用 TCP/IP 协议，分别建立 JLY\_PC、JLY\_Base 和 JLY\_CPE 三方通信，网络通信架构如图 1 所示。

JLY\_PC 采用 PC 机，windows XP 操作系统，通过 VC++平台建立指挥管理中心应用软件。

JLY\_Base 和 JLY\_CPE 基于嵌入式 ARM11 的 S3C6410 处理器，使用 WinCE 6.0 操作系统，VS2005 应用开发工具建立井下基地和信息记录仪应用软件。Wince6.0是微软公司目前最新的嵌入式操作系统之一，与其他嵌入式系统比较主要有用户界面良好、开发周期短、VS2005 集成开发环境，多媒体支持等特点<sup>[2]</sup>。

## 3. 软件功能

软件功能模块分层结构如图 2 所示。

工作流程：视频采集和多方通话模块分别得到视频和音频信号，之后将其送到记录模块；记录模块将得到的视频和音频信号保存到 CF 卡或电脑硬盘中，并且将视频信号传送到显示屏上显示，之后将其收到的所有信息通过有线或者无线网络对外进行传输，同时接收外界传输的数据<sup>[3]</sup>。

由此可见网络模块是整个系统的关键。

## 4. 网络通信程序

网络通信采用 TCP/IP 协议，其具有有序数据传输，重发丢失的分组，舍弃重复的分组，无错误数据传输，阻塞/流量控制，面向连接的特点<sup>[4]</sup>。

应用层网络传输使用自定义协议，规定数据包包头信息固定为 0XD0，视频信息为 0x12，音频信息为 0x14，环境参数信息为 0x16。定义形式如下：

```
#define MSG_HEAD_MARK          0xD0
#define MSG_STREAM_AVD        0x10
```

```
#define MSG_STREAM_AVD_VIDEO  0x12
#define MSG_STREAM_AVD_AUDIO  0x14
#define MSG_STREAM_AVD_DATA   0x16
```

网络采用互为客户端服务器通信方式，克服了以往服务器客户端的缺点，使各节点具有相同等级<sup>[5]</sup>。网络传输发送数据流程图如图 3 所示。

在 wince6.0 下，TCP 传输的关键代码及函数如下：

调用 int Send\_Video(unsigned char \*pBuf, unsigned long nLen)发送视频数据，给视频数据加上对应的视频数据包头，将视频数据分成第一包，中包和最后包进行打包。将打包的数据调用函数 int LinkListAdd(LinkList \*pLList, void \*element, int len, int pos)加入对应的视频列表 pTxLinkListVideo 中。音频的发送于此相似<sup>[5]</sup>。

调用 void JLYNet\_Send(int node, unsigned char \*pBuf, unsigned int nLen)将数据发送给接收节点。

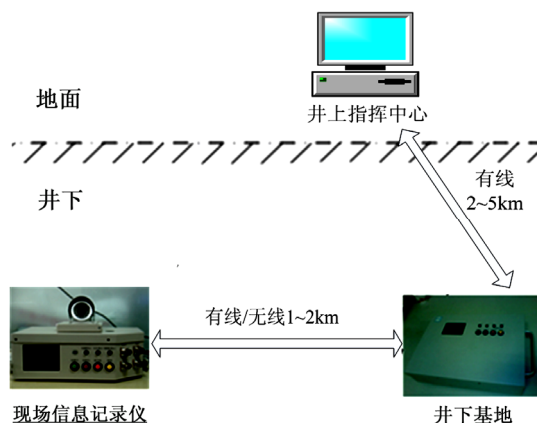


Figure 1. Network communication architecture  
图 1. 网络通信架构

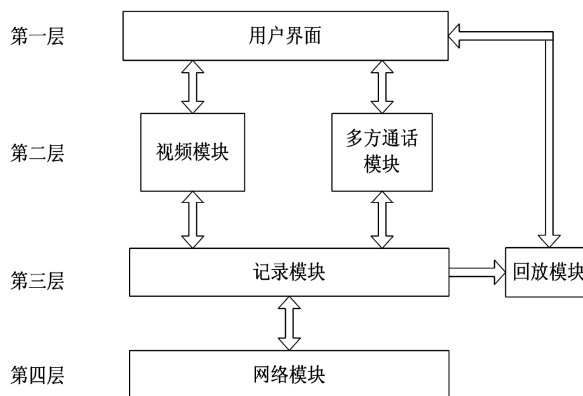


Figure 2. Software system function module layered structure  
图 2. 软件系统功能模块分层结构

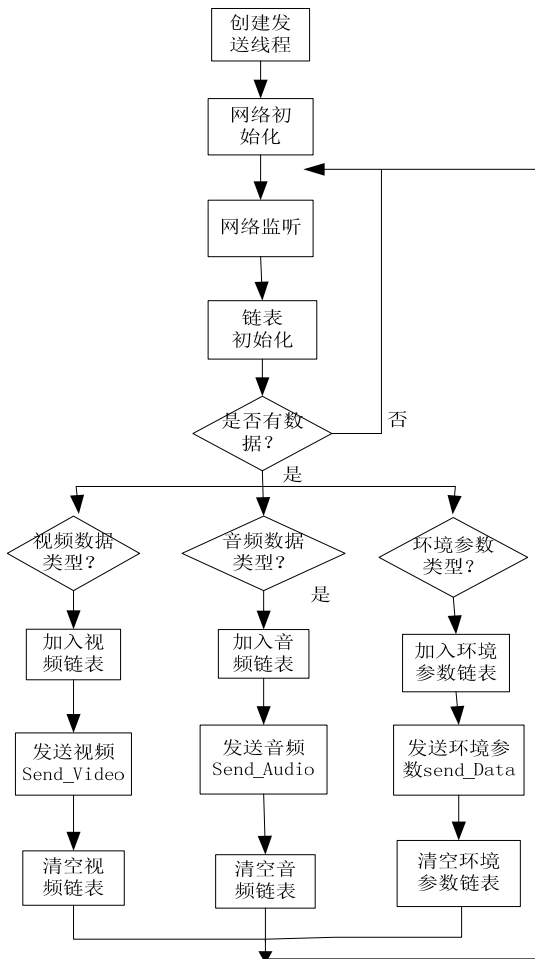


Figure 3. Network data sending flow chart  
图 3. 网络数据发送流程图

调用 `int JLYNet_SendAll(unsigned char *pBuf, unsigned int nLen)`给每个节点都发送数据，即一个节点发送数据，其他两节点都能接收到数据，比如实现三方会话时的发送音频数据。

最后包的数据发送完时要进行数据的校验，调用函数 `int Assemble_MSG(int node, LinkList *pLinkList)`。

网络数据接收流程与发送刚好是反过程，接收方接收数据，调用函数 `int JLYNet_RecvHandle(int node, unsigned char *pBuf, unsigned int nLen)`，接收到数据后加入到相应的视频、音频、环境参数接收链表 `pRxLinkList`，送给对应的解码器进行解码和其他处理。

## 5. 联调与测试结果

### 5.1. 联调设置

VS2005 下 platform builder 平台创建 UT\_S3C6410

工程，完成内核定制，创建 TEboard6410 的 SDK 包。在 PC 机安装同步驱动软件，实现 S3C6410 开发板与 PC 机同步。PC 机下应用程序移植到 VS2005 的 TEboard6410 环境下，通过同步软件，应用程序拷贝到 Nand Flash 下运行<sup>[6]</sup>。

节点 IP 配置如下：

- 设置 JLY\_CPE 为节点 0，IP 地址 192.168.1.107；
- 设置 JLY\_Base 为节点 1，IP 地址 192.168.1.108；
- 设置 PC 机为节点 2，IP 地址 192.168.1.118。

在 JLY\_CPE 和 JLY\_Base 两个 S3C6410 开发板进行通信时，采用无线 WIFI 通信。如采用有线通信时，两开发板的 MAC 地址相同，需修改其 MAC 地址才能通信<sup>[7]</sup>。S3C6410 下修改 MAC 地址方法：

1) 修改网卡驱动 DM9000A.CPP 里面里 MAC 地址。

U16 eeprom[] = {0xaae0, 0xdec8, 0x5163}; 一般前三位为厂家芯片固定值，不做修改。修改最后一位即可。如修改为 U16 eeprom[] = {0xaae0, 0xdec8, 0x5160}。

2) 重新编译内核，生成镜像文件。

3) 新生成镜像烧写到 Nand Flash。即完成了 MAC 地址修改。

### 5.2. 测试结果

1) 语音测试结果

图 4 为语音测试数据的一组截图，阴影部分表示语音接收包序号，经过大量数据测试语音测试结果：语音质量清晰，实现井上指挥中心、井下基地和现场信息记录仪之间的三方会话功能。

2) 抓包数据显示

如图 5，通过多次数据抓包测试，丢包率极低，网络传输高效，稳定。

```
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 4F 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 50 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 51 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 52 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 53 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 54 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 55 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 56 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 57 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 58 48 00 00
RCU::Len=03D0 00 00 10 14 00 00 00 00 59 48 00 00
```

Figure 4. speech test results  
图 4. 语音测试结果

2577	198.422149	192.168.1.118	192.168.1.107	TCP	28032 >
2578	198.445270	192.168.1.107	192.168.1.108	TCP	stgxfws
2579	198.445425	192.168.1.107	192.168.1.118	TCP	dns2go
2580	198.460894	192.168.1.107	192.168.1.118	TCP	28030 >
2581	198.462389	192.168.1.108	192.168.1.107	TCP	28031 >
2582	198.480750	192.168.1.118	192.168.1.107	TCP	28032 >
2583	198.493085	192.168.1.107	192.168.1.108	TCP	stgxfws
2584	198.493240	192.168.1.107	192.168.1.118	TCP	dns2go
2585	198.509073	192.168.1.108	192.168.1.107	TCP	28031 >
2586	198.548333	192.168.1.118	192.168.1.107	TCP	28032 >
2587	198.553181	192.168.1.107	192.168.1.108	TCP	stgxfws
2588	198.553335	192.168.1.107	192.168.1.118	TCP	dns2go
2589	198.556650	192.168.1.108	192.168.1.107	TCP	28031 >
2590	198.561143	192.168.1.107	192.168.1.108	TCP	28030 >
2591	198.561232	192.168.1.107	192.168.1.108	TCP	stgxfws
2592	198.561315	192.168.1.108	192.168.1.107	TCP	6989 >

Frame 1: 62 bytes on wire (496 bits), 62 bytes captured (496 bits)  
 Ethernet II, Src: AsustekC\_5b:6e:2d (00:24:8c:5b:6e:2d), Dst: wistron  
 Internet Protocol, Src: 192.168.1.118 (192.168.1.118), Dst: 192.168.1.107

Figure 5. Network packet capture display

图 5. 网络抓包显示

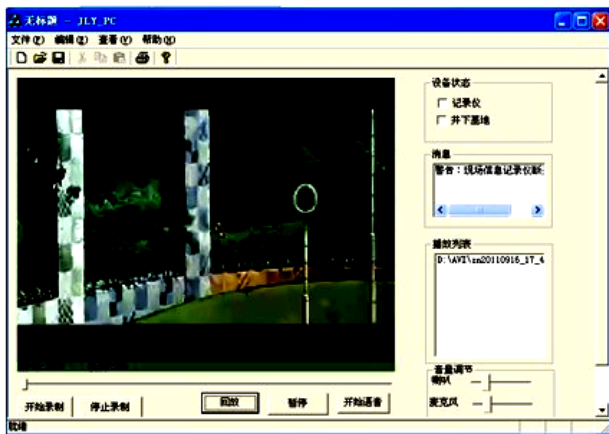


Figure 6. Video transmission figure

图 6. 视频传输显示图

### 3) 视频传输效果及软件界面

图 6 为视频传输及客户端界面, 视频传输稳定, 实时同步, 达到预期的效果。

## 6. 结论

本文设计的矿用现场信息记录仪采用自定义协议完成有线和 wifi 无线通信技术的实现, 采用 wince6.0 操作系统, 软件移植方便简单。可以实时、准确地把井下救援过程中的视频信息和音频信息传送到地面救灾指挥部及各级救援指挥中心, 支持多方实时通话, 并可以将所有信息进行同步储存记录以便事后回放, 对增强矿山救援决策能力、提高国家矿山救援能力以及灾后研究事故起因及责任认定起着重要的作用。经系统测试, 记录仪网络传输稳定, 高效。其在 PDA 等其它场合有很大的适用范围。

## 参考文献 (References)

- [1] 李文峰, 李华. 矿山无线救援通信技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(7): 80-83.
- [2] 张冬泉, 谭南林等. Windows CE 实用开发技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [3] 钟华彪. 视频实时传输系统设计与拥塞控制策略研究[D]. 中南民族大学, 2009.
- [4] W. R. Stevens [美]. TCP/IP 详解(第一卷)协议[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [5] 王艳平. Windows 网络与通信程序设计(第二版)[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [6] D. Boling [美]. Microsoft Windows CE 程序设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 1999.
- [7] 王静. 基于 S3C2440 和 TCP/IP 网络的红外图像采集和处理系统[D]. 南京理工大学, 2006.