·开发研究与工程应用· 文章编号：1000—3428(2013)05—0309—05 文献标识码：A 中图分类号：TP316

基于 Linux 的便捷式移动终端设计与实现

李敏杰，昂志敏，文建阔，李 耀
(合肥工业大学计算机与信息学院，合肥 230009)

摘 要：在各种突发事件情况下，需要将现场的音视频数据及位置信息实时传送到指挥中心，以方便指挥人员进行决策处理。为此，设计一种基于 Linux 系统的便携式移动终端系统，以音视频处理芯片 Hi3512 为核心，实现对音视频数据的处理，同时采用 3G 无线技术对音视频数据及 GPS 定位信息进行无线传输。系统测试结果证明，该终端的音视频传输延迟较小，且能够对现场进行精确定位，可基本达到项目要求。

关键词：嵌入式 Linux 系统；Hi3512 芯片；H.264 视频编码；GPS 定位；MC8630 芯片；便携式移动终端

Design and Implementation of Convenient Mobile Terminal Based on Linux

LI Min-jie, ANG Zhi-min, WEN Jian-kuo, LI Yao
(School of Computer and Information, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

【Abstract】Aiming at the purpose of transmitting the audio and video data, as well as the position information to the command center for the command crew to process the emergency cases, this paper designs a portable mobile terminal system based on embedded Linux system. The processing chip Hi3512 is used as the core of the system to realize the work of processing the audio and video data information. Those data as well as the position information are transmitted by the 3G wireless communication system. The test of the whole system shows that the audio and video transmission delay is quietly low and the position information is accuracy. It reaches the require of the whole project.

【Key words】embedded Linux system; Hi3512 chip; H.264 video codec; GPS position; MC8630 chip; convenient mobile terminal
DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2013.05.069

1 概述

近年来，各种自然灾害和突发公共事件时有发生，给公众安全和社会稳定造成了很大的影响，这对相关部门突发事件的反应和处理能力提出了新的要求。需要将现场的图像信息以及位置信息及时地传送给指挥控制中心，而在这些场合中，有线网络的盲区较多，因此，采用无线网络进行信息传输可以得到更加精确的现场信息，便于决策者对突发事件的处理。

目前的无线网络可分为以下 3 类：无线局域网(WiFi)，无线城域网(WiMAX)和移动通信网络。虽然 WiFi 和 WiMAX[1]带宽较大，更适合视频图像的传输，但是其覆盖范围有限。在 3G 技术没有发展成熟的阶段，文献[2-4]提出利用 GPRS 技术以及 CDMA 技术设计的视频传输的方案，不过由于带宽较窄，传输的效果不是很好。随着 3G 技术的发展，移动通信网络在视频传输方面应用日趋广泛[5-7]。

本文设计一种基于嵌入式 Linux 系统[8]的便携式移动终端。GPS 定位模块主要接收卫星定位数据，经过 Hi3512 芯片[9]中的 ARM 处理器提取其有用信息，音视频采集主要采集音频、视频数据，使用 Hi3512 芯片中的 DSP 处理器进行压缩编码，然后一起组织成自定义的通信协议格式，进一步打包成 IP 数据包，并通过 3G 无线通信模块传送到 3G 基站，经中国电信的网关将此数据包发送到指挥控制中心。

2 系统的总体架构及工作原理

系统的总体结构如图 1 所示。

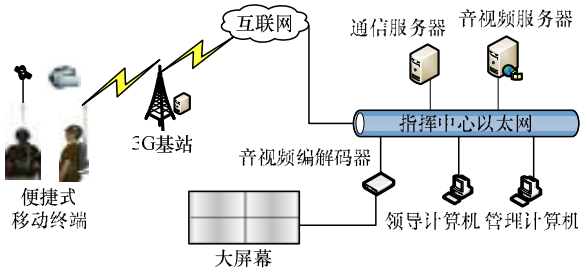


图 1 系统总体结构

作者简介：李敏杰(1987－)，女，硕士研究生，主研方向：嵌入式系统，信息处理；昂志敏，副教授；文建阔、李 耀，硕士研究生

收稿日期：2012-04-24 **修回日期：**2012-08-08 **E-mail：**lliminjie@126.com

系统主要由音视频采集模块、GPS 定位信息采集模块以及 3G 无线传输模块组成，由 Hi3512 完成对音视频数据的处理，充分利用了 Hi3512 的高速处理能力，同时也兼顾了系统的稳定性和可靠性。

系统基本工作原理是：视频信号以 CVBS 的格式输入到视频控制器 TW2865 中，经 TW2865 处理后，形成基于 ITU-R BT.656 标准、色差采样模式为 YCrCb4:2:2 的数字信号，解码后转换成数字信号，通过 BT.656 接口输入到 Hi3512 处理器进行 H.264 编码；音频采集芯片 TLV320AIC23B 采集音频信号，对音频信号进行模数转换后，Hi3512 将其编码成相应的音频码流；选用 SC-1513 芯片作为 GPS 卫星定位芯片，采集定位信息，经过 ARM 处理器处理。通过 Hi3512 业务层软件把视音频复合流及 GPS 信息流封装成 IP 流，由 3G 无线网络发送出去。

3 系统硬件设计

本文系统主要以 Hi3512 芯片为核心，它是一款基于 H.264 BP 算法的音视频压缩芯片。该芯片采用的是 ARM+DSP+硬件加速引擎的多核高集成度的 SoC 构架，具有很强的音视频处理功能。Hi3512 芯片的 ARM 内核具有独立的 16 KB 指令 Cache 以及 16 KB 数据 Cache，内置了 MMU，可以支持多种开放式操作系统，工作频率可达 240 MHz。同时该芯片采用了 LSI 公司的 DSP 搭建 DSP 子系统。Hi3512 芯片可以充分利用 DSP 和 ARM 两方面的优势。其中，DSP 内核部分对视频信号的压缩处理能力非常强，可由其完成 H.264 视频压缩算法；而 ARM 内核则完成系统的整体控制功能和对 DSP 运算结果的访问。系统的硬件设计主要包括音视频数据的采集处理模块、GPS 定位信息的获取处理模块和网络传输模块。系统硬件框图如图 2 所示。

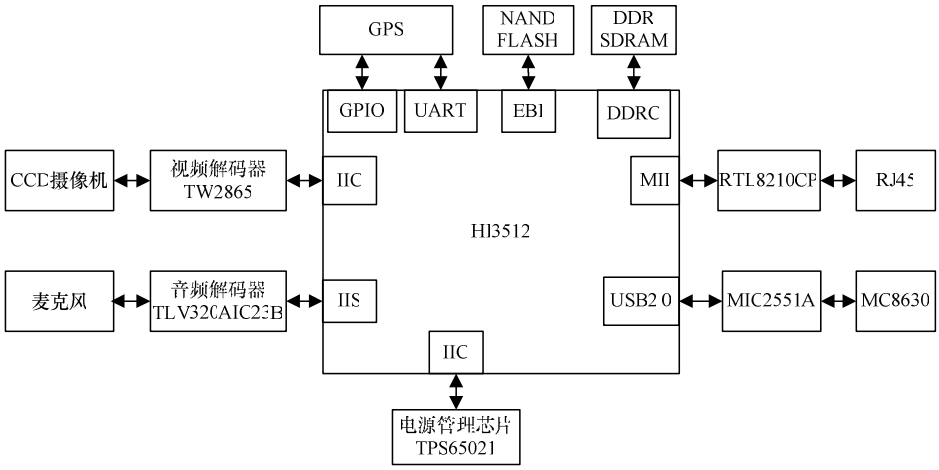


图 2 系统硬件框图

3.1 音视频数据采集处理模块

系统采集到的视频信号由 CCD 摄像机提供，视频输入模块与 A/D 转换模块分别工作在主模式方式和从模式方式，2 个模块之间采用 ITU-BT.656 接口进行连接，由 A/D 转换模块 TW2865 将模拟视频信号转换为数字信号。解码后转换成的数字信号通过 BT.656 接口输入到 Hi3512 芯片进行 H.264 压缩编码，将编码的结果存入外存 DDRAM 中。

通过拾音器对音频信号进行采集。音频 A/D 转换芯片采用 TLV320AIC23B、TLV320AIC23B 与 Hi3512 串行输入输出接口 SIO 接口进行连接。其中，Hi3512 芯片工作在 I2S 从模式，TLV320AIC23B 芯片工作在 I2C 主模式，通过 I2C 总线对 TLV320AIC23B 内部的音频编码器进行初始化和配置。

3.2 GPS 卫星定位模块

本文系统中的 GPS 接收模块采用的是 LOCOSYS 公司的 SC-1513 GPS 接收模块，接收数据采用 NMEA0183 格式，波特率设置为 4.8 Kb/s，支持 20 通道 C/A 码接收控制。通过 AHB 内部总线把接收到的定位信息写入到外存(DDR SDRAM)中，经过 ARM 处理器读取外存中的定位信息，并解析提取出车辆的时间信息及空间坐标等信息，将提取的定位信息写入到外存中。主芯片 Hi3512 和 SC-1513 通过 UART 口连接，接口配置的输入标准电压为 3.3 V。Hi3512 的 UART2 口的接收数据信号引脚 UART2_RXD 与 SC-1513 的发送数据信号引脚 TX0 相连，Hi3512 的 UART2 口的发送数据信号引脚 UART2_TXD 与 SC-1513 的接收数据信号引脚 RX0 相连，并使用主芯片 Hi3512 上的通用串口 GPIO 与 SC-1513 的复位引脚进行相连来控制 GPS 接收模块的复位。

3.3 网络传输模块

本文开发方案的 3G 无线通信模块使用中兴公司的 MC8630[10]，中国电信的 3G 无线传输制式，具有语音、短信、数据业务和 GPS 等功能，支持内嵌 TCP/IP，RevA 数据业务前向峰值数据速率可达 3.1 Mb/s，反向峰值数据速率 1.8 Mb/s。MC8630 无线模块提供了一个 USB2.0 接口，MC8630 无线模块与 Hi3512 芯片通过 USB 接口进行连接。MC8630 提供通用的 AT 指令，可以控制和管理各种业务，如呼叫业务、短信业务和数据业务等。嵌入式处理器通过向 MC8630 发送 AT 命令可以对它进行设置，并与中国电信

建立连接，然后连接到 Internet。对数据进行分组打包，通过串口传递给 3G 无线模块传送出去。

4　系统的软件设计

本文系统采用 Linux2.6 内核，针对 Hi3512 芯片设计板级启动代码，系统上电后，Bootloader 经由 Hiboot 引导启动。系统通过启动代码对目标系统进行初始化，并且对内核做相应的裁减和优化，以适应系统的应用需要。本文的软件部分介绍 Linux 开发平台的搭建和应用程序的软件开发。嵌入式 Linux 开发平台搭建主要涉及嵌入式 Linux 移植和 USB 设备驱动移植。

4.1　Linux 操作系统平台搭建

4.1.1　Linux 移植

对一个嵌入式 Linux 系统开发过程来说，Linux 操作系统的移植是整个设计的关键环节。Linux 操作系统的移植和定制涉及 U-Boot、Linux 内核和根文件系统 3 个部分。本文设计采用 Linux 开发的“宿主机+目标板”开发方式，即用交叉编译的方式进行开发调试。嵌入式 Linux 系统的移植流程如图 3 所示。

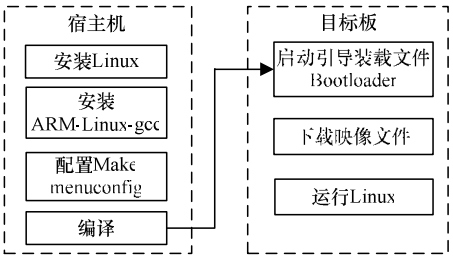


图 3　嵌入式 Linux 系统移植流程

4.1.2　USB 设备驱动程序设计

USB 设备驱动程序是介于硬件和 Linux 内核之间的软件接口。除了 Linux 系统自带的驱动模块，开发者还需要根据具体的需求设计其他驱动。在 Linux 操作系统中，存在一个连接 USB 设备驱动程序和主控制器驱动程序的 USB 子系统 USBcore，它为设备的驱动程序和主控制器的驱动程序提供接口函数，并且负责维护设备的加载、配置以及设备驱动程序的安装和卸载等。在移植 USB 设备驱动之前，应先把 USB 主控制器驱动模块静态编译进内核，使系统支持 USB 接口，然后移植相关的 USB 设备驱动，使系统支持相关 USB 设备。USB 驱动程序由主控制器驱动程序、USB 子系统和 USB 设备驱动程序组成。结构如图 4 所示。

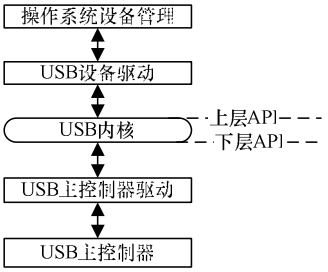


图 4　USB 驱动结构

4.2　应用软件设计

本文的应用程序采用的是单进程、多线程的设计方法，在主线程下面创建了视频处理线程、GPS 定位线程、3G 网络传输线程、存储线程、控制线程和命令解析线程。本文设计主要介绍其中的视频处理线程、GPS 定位线程和 3G 网络传输线程。移动终端底层软件的设计采用了模块化设计，软件由一个主程序和若干个子程序构成，每个子程序都是一个线程。其中，子程序主要完成一些单一的基本功能，主程序则主要负责完成对各个功能模块(即子程序)的调用和协调。软件系统的总体结构如图 5 所示。

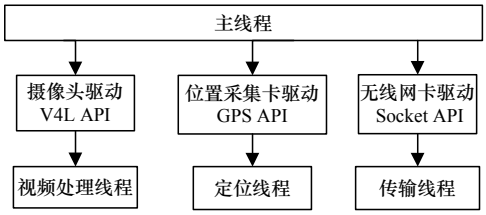


图 5　软件总体结构

4.2.1　视频处理模块

Linux 操作系统提供了一套 Video for Linux(V4L)获取音视频数据的 API 程序接口。配合适当的视频采集设备和相应的驱动程序，可进行相关的音视频应用开发。V4L 在 Linux 系统中提供了设备节点/dev/video 作为视频采集设备对软件的接口。用 V4L 采集视频图像以及对图像进行处理的步骤为：首先打开摄像头设备，打开/dev/video 和普通 Linux 设备一样使用 open( )函数，open( )函数将返回一个文件描述符。打开设备后就可以用 ioctl( )函数读取设备信息或者是更改设备的当前设置，不同的参数传递给 ioctl( )函数就可以实现不同的功能。再进行视频数据的采集，完成视频的 H.264 编码，然后保存。

4.2.2　GPS 定位模块

GPS 数据获取和处理模块的主要功能是通过与串口相连的 GPS 模块获取当前的 GPS 信息，并验证当前所获取的 GPS 信息的有效性和提取所需要的有用信息。具体流程如图 6 所示。

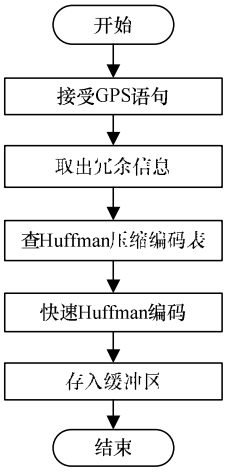


图 6　GPS 定位信息处理流程

本文设计思想是先去除定位数据中的直观冗余信息，在此基础上对处理后的数据对照 Huffman 压缩编码表进行快速压缩，最后存入数据存储缓冲区，以便于数据的后期处理。其中，Huffman 压缩编码表是由 PC 对 GPS 数据中字符出现的次数进行预先统计后生成，并预存入终端 FLASH 中。

4.2.3 3G 无线传输模块

移动终端接入中国电信的 3G 网络后，获得一个 IP，然后通过使用中国电信的网关，完成移动终端与指挥控制中心的通信。指挥控制中心与移动终端使用套接字 Socket 进行通信。终端无线传输的流程如图 7 所示。

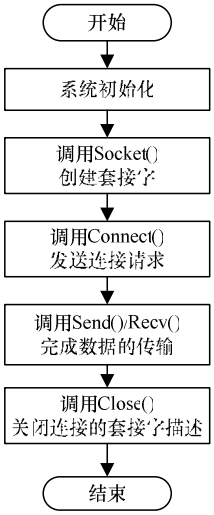


图 7 3G 传输流程

图中调用 Socket( )函数建立一个套接字，接着发起一个连接请求，通过调用 Connect( )函数来实现，连接建立成功后，即可通过 Send( )和 Recv( )函数的调用发送和接收数据。通过调用 Close( )函数释放套接字相关的系统资源即可断开连接。

5 系统测试

目前，便携式移动终端已经集成化，整个设备采用便携式设计，其实物图如图 8 所示。3G 无线链路通道包含上行和下行 2 个方向的传输通道，主要使用上行通道，完成数据向指挥控制中心的传输。



图 8 便携式移动终端实物图

图 9 为指挥控制中心所看到的视频画面，测试采用 H.264 编码，编码的分辨率为 CIF(352×288 像素)，帧率 25 f/s，测试时编码码率保持在 300 Kb/s 左右，传输速率大概为 216 Kb/s，视频传输比较流畅。在传输图像信号的同时音频信号也可以同步流畅地进行传输。图 10 为 GPS 定位功能测试界面，每隔 5 s 可收到 GPS 模块的位置信息，经过 GPRMC 语句解析，为终端所在地。

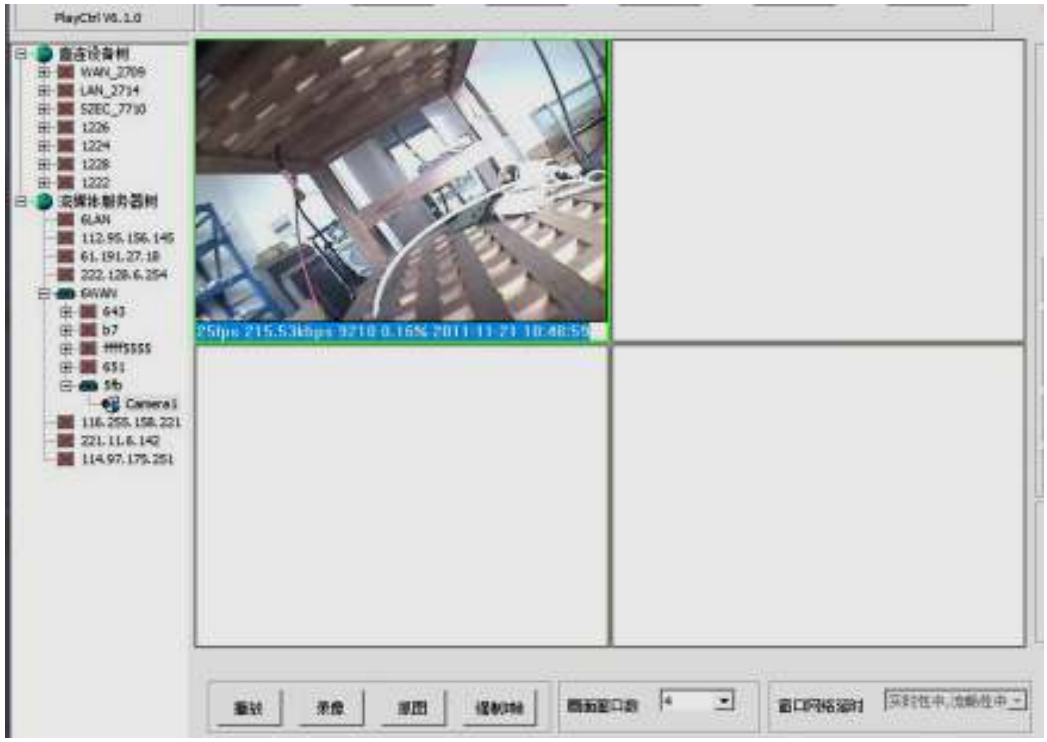


图 9 视频显示效果

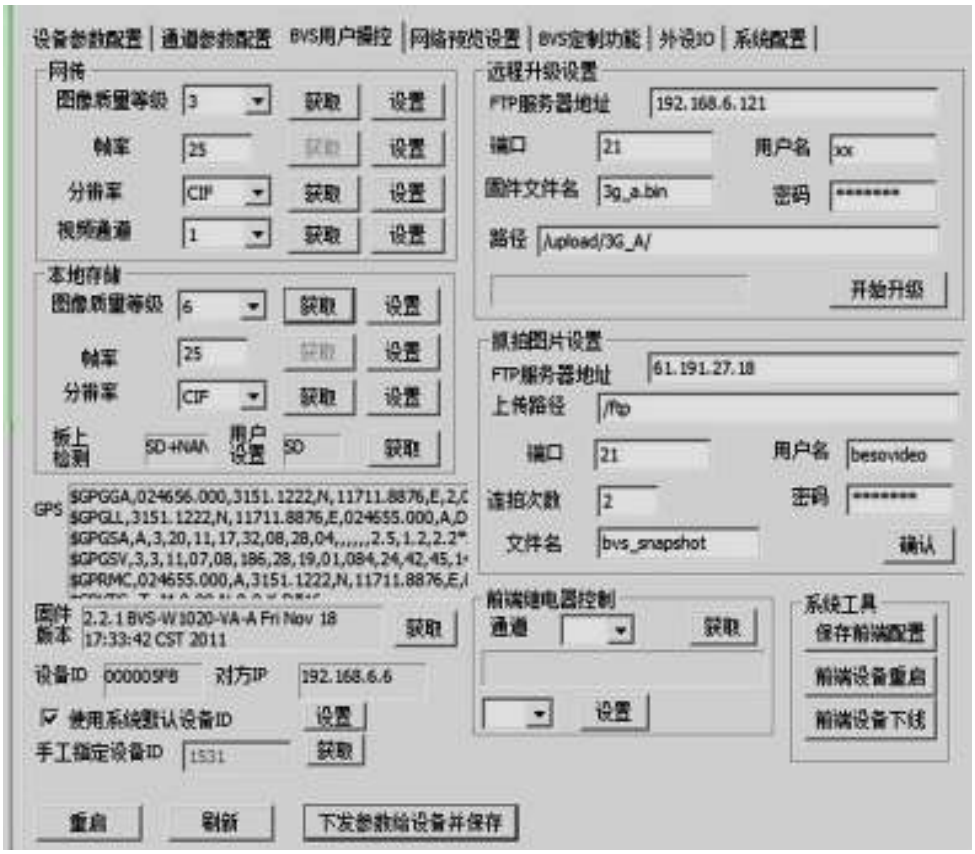


图 10　定位信息显示

6　结束语

本文提出了一种基于 Linux 的 3G 便携式移动终端系统的解决方案，由于采用独立于 PC 机的嵌入式设计，系统的灵活性大大增强。系统结合了视频监控技术、GPS 定位技术和 3G 无线网络技术，设计了适合于应急指挥系统要求的视频监控和定位要求的移动终端。通过在应急指挥所项目中与其他部分的联合调试，本文设计的移动终端运行稳定、通信效果良好，基本满足了项目的要求，且系统具有良好地可扩展性。由于本次设计的终端属于首批产品，下一步的工作是对产品进行升级，使系统小型化、轻便化。

参考文献

[1] 宛春苗, 金志刚, 杨清永. 基于 WiMAX 的移动视频监控系统[J]. 计算机工程, 2010, 36(6): 221-223.

[2] 胡　栋, 刘　峰, 朱秀昌. 实时多模式无线视频传输原型系统的实现[J]. 通信学报, 2006, 27(10): 106-112.

[3] 王志良, 金洁华, 刘冀伟. 基于 CDMA 和 MPEG-4 的移动视频监控的实现[J]. 计算机工程, 2006, 32(10): 242-243.

[4] 戚微苏, 赵　宇, 潘　勇. 基于 ARM-Linux 的车载监控终端的设计与实现[J]. 电子测量技术, 2012, 35(2): 85-88.

[5] 任守华, 王胜华, 刘士雷, 等. 基于 3G 和 H.264 技术的无线视频监控系统[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(4): 1554-1559.

[6] 胡　平, 韩　兴. 基于 3G 的无线视频监控系统设计[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(12): 4015-4019.

[7] 王　刚, 陈晓曙. 面向无线传输的实时视频压缩编码系统设计[J]. 合肥工业大学学报, 2011, 34(12): 1819-1822.

[8] 何永琪. 嵌入式 Linux 系统实用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.

[9] 深圳海思半导体有限公司. Hi3511/Hi3512 硬件设计用户指南[EB/OL]. (2009-03-23). http://wenku.baidu.com/view/faa1206e58fafab069dc02ba.html.

[10] 中兴通讯公司. 中兴通讯 MC8630 模块用户硬件设计手册_v1.1[EB/OL]. (2008-12-01). http://wenku.baidu.com/view/028ed41e650e52ea551898cb.html.

编辑　顾逸斐