

基于Windows CE的嵌入式视频监控 系统研究与实现

陈 飞 陈启安 郑仁广 陈永建
(厦门大学信息科学与技术学院, 福建, 361005)

【摘 要】后 PC时代的到来,使人们开始越来越多地接触到嵌入式产品,嵌入式技术已成为一个研究热点和消费热点。视频监控在各行各业已经得到广泛的应用,由于应用范围的差异、传输条件的限制等因素,嵌入式监控系统必将成为开发及应用的新热点。本文立足于嵌入式系统、WindowsCE操作系统、网络应用等技术,根据现实应用,在eBoxII 平台下研究和实现了视频监控系统E-Life,有机地结合了嵌入式终端设备和网络传输,符合嵌入式和网络结合的发展趋势,同时,这一系统架构也为视频监控系统的发展开辟了新的前景。

【关键词】嵌入式系统 WindowsCE 视频监控 内核定制

计算机智能视频监控是计算机视觉领域一个新兴的应用方向和备受关注的前沿课题。伴随网络技术和数字视频技术的飞速发展,监控技术正向着智能化、网络化方向不断前进。监控系统功能日益强大,但是依然需要工作人员不间断地分析监视场景内的活动,日夜值守,工作量繁重。因此计算机视觉和应用研究学者适时提出新一代监控 视频监控的概念^[1]。视频监控在不需人为干预情况下,利用计算机视觉和视觉分析的方法对摄像机拍摄的图像序列进行自动分析,实现对动态场景中目标的定位、识别和跟踪,并在此基础上分析和判断目标的行为,从而既能完成日常管理又能在异常情况发生时及时做出反应。计算机视频监控系统不仅符合信息产业的未来发展趋势,而且代表了监控行业的未来发展方向。

嵌入式系统是指以应用为中心,以计算机技术为基础、软硬件可裁剪、适应于特定应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等严格要求的专用计算机系统^[2],由于嵌入式系统的实时性等特点,监控计算机逐渐向嵌入式方向发展。但是目前大多数嵌入式系统还孤立于 Internet 之外,随着 Internet 的发展以及 Internet 技术与信息家电、工业控制技术等结合日益密切,嵌入式设备与 Internet 的结合将代表着嵌入式技术的真正未来^[3]。本文所研究的基于 Windows CE的视频

系统结合了嵌入式、网络、智能监控等特点,用于远程自动监控场所。

一、开发环境

1、硬件平台

系统的硬件主要包括 eBoxII、摄像头和一台PC服务器。

eBoxII是微软提供的最新基于Windows CE的嵌入式开发平台,具有强大的运算、网络通信能力和完全不低于一台普通 PC的接口特性,eBoxII有着良好的节能特性、低功耗、低噪音、便于移动、系统相对封闭、安全。CPU采用ICOP生产的Vortex86SoC(系统集成芯片),Vortex86SoC具有奔腾处理器同样的性能,支持 CRT/LCD、UDMA IDE、软驱和I/O等外围设备。Vortex86 SoC在低功耗和低发热情况下有强大的处理能力。与嵌入式产品的设计开发同步,ICOP开发的Vortex86基于嵌入式SBC和处理器模块,具有低功耗,低发热和能在-20~60 的宽温条件下工作的特点。eBoxII主要性能指标如表1^[3]所示。

摄像头采用Logitech生产的QuickCamPro5000摄像头,并利用相关的最新驱动程序,主要用于图像采集模块。PC服务器基于WindowsXP操作系统,构建Ftp服务器和邮件服务器。Ftp服务器用于保存上传的报警图片;邮件服务器提供发送接收E-mail功能。

表1 eBoxII的性能指标

CPU	Vortex86-200Mhz (SoC: System-on-Chip)
实时时钟	通过锂电池备份的实时时钟
内存	128MB SDRAM板贴32MFlash Memory
VGA输出	共享系统内存8MB 15pinD形母头VGA连接器
以太网	Realtek 8100B单芯片10/100Mbps自适应
VO	EnhancedIDE,44PINBOX接头 x 1ParallelPort,25pinD-sub接头 x 1 USBPort x 3 (其中1个前置) 6-pinPS2键盘接头 6pinPS2鼠标接头 AC97CODEC,全兼容AC97V2.1麦克风输入,线性输入/输出接口
音频	
电源供应	单电源+5V@3A,及支持ACP1功能(高级电源管理接口)及1个开关按钮
尺寸质量	133mm x 63mm x 111mm484g

2、软件平台

在Windows CE产品开发包括内核定制以及应用程序的开发^[4],微软在这两个方面都提供了非常好的开发工具,这就是内核定制工具PlatformBuilder(简称PB)和Embedded VisualC++(简称EVC)。

二、系统功能分析及结构组成

目前流行的嵌入式软件大都采取分层结构设计,本文也将采用这种分层的结构设计,并允许根据需要对不同的层次进行重写和替换,抽象接口是在抽象层定义的,它不依赖于任何特殊硬件。所有顶层的操作和处理都建立在抽象接口之上。这种分层结构实际上就是一种面向对象的程序结构,目的是将底层实际的不同驱动或者实现抽象成对上层的统一接口。在实现中底层部分主要针对视频采集的接口统一实现,得到统一的上层接口,方便扩展和修改。上层中的报警机制(包括E-Mail, Ftp, 纪录备份)采用对象的特点,把每个报警方法都抽象成为对象,针对每种不同的程序实现统一使用接口。E-Life系统能通过摄像头捕捉视频图像,根据图像运动检测算法分析异常运动情况,并能在捕捉到异常状况时启动报警模块功能,并保存下所捕捉到的运动图片。充分发挥了eBoxII强大的计算、网络、多媒体功能,通过友好的人机交互界面,便于设置,用于远程自动监控场所,并能稳定工

作。具体系统结构图如图1所示。

系统主要功能有:

1) GUI显示:可以在eBoxII上浏览实时视频,实时图像采集。

2) 报警功能:通过运动检测算法,检测到有异常时,启动报警功能。包括:发送E-mail通知用户,上传异常图片到Ftp服务器等。

3) 远程实时视频浏览:登陆Web服务器后,可浏览实时图像,实现历史记录查询。

4) 运行参数设置:包括系统的启动和结束;视频的色度、亮度、对比度、灰度等参数;动态检测的灵敏度参数;E-mail的服务器地址、收件人地址、主题;Ftp的地址、端口、用户名及密码;报警方式选择等参数。

三、软件设计

嵌入式系统的软件设计包括两个部分,即操作系统内核定制和应用程序软件设计,应用程序使用Embedded Visual C++4.0进行开发。

1、基于eBoxII平台的内核定制

Windows CE是一个组件化、模块化的实时多任务操作系统,支持多种处理器,具有强大的网络通信和图像处理能力。下列为利用Platform Builder开发向导定制Windows CE的IDE开发过程:

1) 启动工程向导,新建操作系统平台。

2) 选择开发板支持包(Board Support Packages, BSP),WindowsCE支持目前流行的多款CPU系统,主要由X86系列、ARM系列、MIPS系列、SH3系列、SH4系列等,每一种系列除了相应的标准开发包外,还带有此系列中较为常用的具体CPU的开发包。在eBoxII平台下选用安装的“ICOP_Vortex86_50”BSP。

3) 选择基本配置结构,默认有智能电话、数字成像设备、工业自动化控制设备、多媒体应用系统、掌上电脑或移动手持设备、机顶盒、瘦内核、上网机等已经集成的配置环境。由于视频监控系统所需组件比较综合,选用自定义配置模式进入。

4) 选择所需的组件,具体设置项:基础类库、应用程序、操作系统核心服务、网络通信服务、文件系统、字体、Internet程序、多媒体技术、安全设置、操作系统外壳。

5) 确定好平台模块和组件后,就可以构建平台,生成NK.bin文件,进行必要的修改、设置。

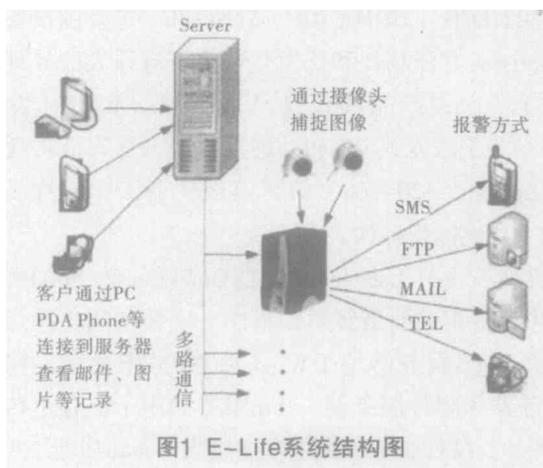


图1 E-Life系统结构图

6) 下载到 eBoxII 运行、调试。

使用 DHCP 服务将操作系统镜像下载到 eBoxII 上, 如图 2 所示^[1], 然后根据相应的启动选项启动。

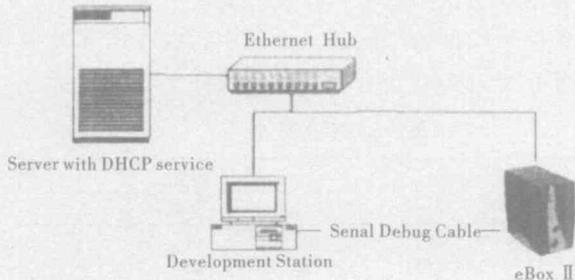


图2 DHCP方式下载镜像

2、应用程序开发^[11]

系统主要模块包括：图像采集模块，图像动态检测模块，Ftp 报警模块，Mail 报警模块，配置模块等。系统实现流程如图 3 所示。

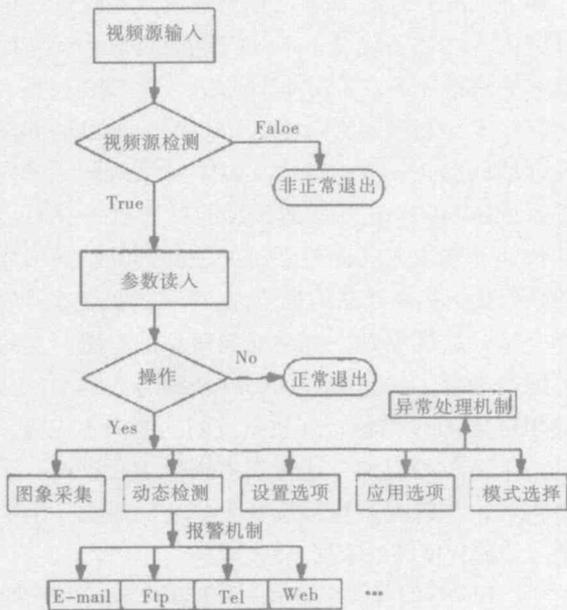


图3 E-Life系统流程图

1) 图像采集^[11]

在 Windows 下常用的视频捕捉方法有：VFW (Video For Windows)、WDM (Windows Driver Model)、视频捕捉卡方式。在 Linux 下常用的视频捕捉方法有：VFL (Video For Linux)、视频捕捉卡方式。在 Windows CE 中，就像 Windows CE 的 Win32 API 只是 Windows 的 Win32 API 的子集一样；Windows CE 中的 DirectX SDK 没有 Capture Filter 这类代表 Capture Device 的 Filter，也没有 ICapture GraphBuilder，要进行视频捕

捉，只有自己手动配置 DirectShow application 各项元素用于媒体捕捉。这就需要有一个 Source filter 从 Driver 中接收原始 (Raw) 数据，即让 Raw data => Source filter => Encoder (decoder) => File writer 这样进行捕捉。但是 Windows CE 中并没有自带支持媒体捕捉的 Source Filter 和 File writer。所以必须从底层的 Driver 入手，分析他们之间的关系和接口，从而为编写 Source Filter 和 File Writer 提供线索。

DirectShow 中提供了一种叫 ksproxy 的代理 Filter，它代表了各种类型的 WDM 流设备，硬件制造商 (IHW) 们通过扩展这种 Filter，封装为一种叫 ksproxy plugin 的 COM 对象 (通常实现的是与下层驱动的流接口即是一种 Stream Interface) 来提供特定的功能，这些下层通信的实现几乎都包括在 Driver 中。而对应用程序开发者来说，都可以通过 DeviceIoControl 和 CreateFile 函数完成对 Driver 及设备的控制和访问，并且可以通过 RequestDeviceNotifications 函数查询和管理设备提供的接口。再根据接口函数实现直接对设备在 Driver 中的数据流进行控制的目的。其后还可以通过 DeviceIoControl 和 WriteFile 对捕捉的数据流进行操作。其中 CreateFile 的过程可以封装在待开发的 Source Filter 中，而 WriteFile 的过程可以封装在 File writer 中。

2) 运动检测算法

将图片分为 8×6 的 48 块，则我们图像采集模块所创建的 640×480 的图像可分为 80×80 大小的 48 个区。在每个区域中直接比较两帧图像对应象素点的灰度值。对于图像区域 S，判别条件是：

$$dj(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{当 } f(x,y,i) \cdot f(x,y,j) > r, \\ \sum_{(x,y) \in ij} dij(x,y) > N \end{cases} \quad (1)$$

其中， $0 \leq f(x,y,i), f(x,y,j) \leq 255$ 。T 为域值，表示统计差值超过域值的象素点的数目，当数目大于固定值 N 时，则判定有运动发生。本算法不仅从阈值的变化进行判断，同时，又从变化的点数上予以限制，此算法可根据 N 值的设定来控制报警图像的大小，大大降低了因小目标物体而产生的误报警。

为了避免天气、光线等因素发生变化时产生的误判断，我们进一步改进算法，增加了一个附加判别条件：

$$\sum_{(x,y) \in ij} f(x,y,i) \cdot f(x,y,j) > t \quad (2)$$

光线、天气变化会对整个图像产生影响，变化比

较均匀，分布于整个区域。若是有人闯入，则变化是局部的、个别的。通过判断四个角区域 S1, S2, S3, S4 的灰度变化大小即可来判断是否为光线等分布均匀的干扰信号。当 S1, S2, S3, S4 四个区域都满足式(2)时，说明灰度变化是光线的影响，不是有人非法侵入，不用启动报警。该算法提高了检测的准确度，同时也容易实现，运算量增加不大，对检测速度影响不大，避免了由于光线等的干扰而导致虚警，大大减少了误报现象的产生，提高了报警的准确性。

3) 嵌入式 Mail, Ftp 设计^[10]

该模块属于报警模块，基于多线程原理设计，降低前台等待时间，整个实现都是基于 SMTP 协议^[11]、Ftp 协议^[12]和 Socket 原语编写。利用封装机制，便于提高速度、移植和重用，当启动此模块后，当运动检测模块得到异常图像后，将通过发送 E-Mail 和 Ftp 通知用户。

四、系统性能分析

1、图像采集

利用 QuickCamPro5000 摄像头，并采用最新的驱动，可达到 20 帧/s 左右。图像采集模块采集到的图像为 BMP 格式的图片，采集图像大小和帧速可以在 E-Life 系统中设置。其中 640 × 480 的图片大概是 900 kb; 其余尺寸大小按面积成比例。例如 320 × 240 大小的图片大概是 250 kb。程序一监测到有运动发生即启动图像采集模块，并立刻把采集到的图像上传到 FTP 服务器。

2、网络性能

邮件服务器其性能受到网络情况的影响，在 eBox II 上发送一封邮件（邮件内容为普通文本）所需时间为 1.2s 左右，因为邮件的发送采用后台线程模式，并不影响系统的性能。FTP 服务器是利用 Serv-U 自己配置的服务器，服务器与系统处于相同的网络环境，在 eBox II 上传一个 900 kb 左右的图像文件需要 0.8 s 左右，系统的实时性受网络情况影响。在网络情况良好的情况下，采用 Ftp 协议传送，能保证准确、快速发送到服务器。为了实现报警的功能，可以添加系统拨打电话模块或者短信模块，在采集到的图像变化比较大时，拨打用户的电话，或者发送短信通知用户。

3、检测效果

系统的动态检测与投影到视图上的象素点有关，和图像采集模块独立，并没有采用原始的图像文件。

在检测效果上，因为算法一样，在 eBox II 和 Pc 上的检测效果一致，因为改进了检测算法，可以准确判断出光线等均匀变化的噪声干扰，表 2 给出了以人作为检测目标的动态检测效果，在光照充足、普通光照、阴天的条件下均进行了测试（准确率为在一定环境和灵敏等级下测试 50 次能正确识别的百分比）。

表2 动态检测效果

灵敏等级	检测距离 /m	准确率/%		
		光照充足	普通光照	阴天
高	10	100	96	93
	20	94	89	87
	30	91	87	85
中	10	99	94	92
	20	93	88	85
	30	85	81	78
低	10	96	93	90
	20	92	86	83
	30	80	78	75

五、结论

本文将视频监控系统应用到嵌入式系统开发中，并以嵌入式操作系统 Windows CE 为软件平台，在面向对象方法的指导下，采用 Socket 技术、多线程技术、共享内存技术，利用定制内核工具 Platform Builder 和集成开发环境 Embedded Visual C++ 4.0 具体实现嵌入式视频监控系统 E-Life。这样构造系统的过程是一条行之有效的快速开发嵌入式测控系统的道路，并较易形成产品的系列化，提高产品的竞争力。E-Life 系统在开发时始终坚持开放性原则，利用面向对象的思想，类封装尽可能与平台无关，实现代码的精练与高效率，功能模块相对独立。当然，现在系统的功能尚不完善，还只是一个简单的模型，还有很多模块需要扩展，必须再接再厉，将现有系统继续开发完全，成为一个功能齐全、智能程度高的家居系统。

本文转自《厦门大学学报》（自然科学版）2007年第2期

【参考文献】

- [1] 谭铁牛. 智能视频监控技术概述[C]. 第一届全国智能视觉监控学术会议. 北京: 中国科学院自动化研究所, 2002: 10 - 12.
- [2] 王学龙. 嵌入式 Linux 系统设计与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [3] ICOP Technology Inc. eBoxII[EB/OL]. 2003. www.compactpc.com. tw.
- [4] 汪晓平. Visual C++ 网络通信协议分析与应用实现[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.

(下转第58页)

实时操作系统 (DSP BIOS)、第三方算法标准库 (eXpressDSP)。由于 DSP / BIOS 并不是真正的实时操作系统，而只是用于帮助开发者开发实时操作系统的软件包。而且，它不包含网络功能。所以，如何在嵌入式系统中增添 DSP / BIOS 实时库中没有的功能是设计基于 DSP / BIOS 的实时操作系统中最主要的问题之一。

对于以太网接口，TI 提供了一个网络开发组件 (NDK)，为在 DSP 上开发网络应用程序提供了平台。有了这个平台，在开发网络应用程序时，就不用过多考虑数据如何封装成 IP 包，也不用过多关心 TCP / IP 协议内部的工作机制。NDK 仅用 200-250kb 程序空间和 95kb 数据空间即可支持常规的 TCP / IP 服务，所以，NDK 很适合目前嵌入式系统的硬件环境，是实现 DSP 上网的重要支撑工具。

2、系统程序设计

检测仪设计用来检测实时交通参数，这些参数包括：车流总量、车道占有率、车辆分类、车流率、车头时距、车速等参数。目前主要应用于高速公路的车流检测。

对于上述参数的检测，主要依赖于对虚拟线圈状态的可靠判定。通过记录每个线圈的触发时刻，按照预先设定的公式计算便可得出这一时刻的交通参数。具体的工作过程如图 4 所示。在所示场景中，共设置了 6 个虚拟线圈，每个车道两个。系统记录每个车道上虚拟线圈的驶入、驶出时间，共 4 个时间值，根据这四个时间进行相应的数学运算便可得出所要求的交通参数。

系统启动后，接收网络命令，进行初始化设置。这些设置包括虚拟线圈的个数、位置，以及各线圈之间的计算关系、数学公式等。系统正常运行后，实时监控每个虚拟线圈的状态。当虚拟线圈的状态发生改变时，记录该时标，送入虚拟线圈处理状态机。在该

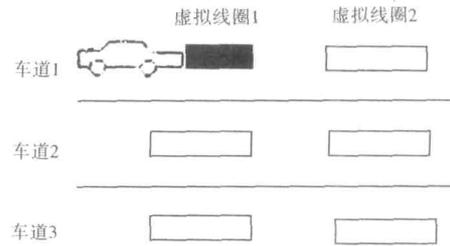


图4 虚拟线圈检测示意图

状态机中根据不同线圈触发时刻计算各种交通参数，存入本地存储器中，并向网络发送。

系统正常工作的关键因素是在各种气象和光照条件下，对虚拟线圈状态的正确判定。目前，运动检测的方法很多，常用的主要有以下几种：帧差法、背景差法、非监督视频分割法。限于篇幅，这方面的内容，有兴趣的读者可参阅文献5。

五、结语

本文介绍了一种基于 TMS320DM642 的嵌入式交通参数检测仪。和传统视频检测方案相比，创新之处在于：外围接口电路简单，设计充分发挥了 DSP 的高速性能以及丰富的外设资源，真正实现了 Soc 技术。该检测仪具有稳定、可靠、低功耗、尺寸小、安装使用方便等优点。在我国的智能交通建设中必能发挥重要的作用，具有很好的推广价值和应用前景。

本文转自《微计算机信息》2007年3期

【参考文献】

- [1] TMS320DM642 Videoframing Fixed Point Digital Singal Processor Data Manualp Texas Instrunwnts , 2004
- [2] 南相军, 关永. 嵌入式视频采集系统的设计与实现[J]. 计算机信息 2006.01 : 1-2
- [3] TMS320C : 6000 WM Network Developer , Kit Programmer's Referenec Guide[Z] Texas Instruments , 2003

(上接第30页)

- [5] Ikeda N. Object2oriented technology to embedded software[J]. IEEE , 1998 , 7 : 157 - 164.
- [6] George M R. Windows CE for a reconfigurable system on a chip processor [J]. IEEE , 2004 , 12 : 201 -207.
- [7] 周毓林. Windows CE. net 内核定制及应用开发 [M]. 北京 : 电子工业出版社 , 2005.
- [8] 陈向群. Windows CE. N ET 系统分析及实验教程 [M]. 北京 : 机械工业出版社 , 2003.

- [9] 傅曦. 嵌入式系统 Windows CE 开发技巧与实例 [M]. 北京 : 化学工业出版社 , 2004.
- [10] 田东风. Windows CE 应用程序设计 [M]. 北京:机械工业出版社 , 2003.
- [11] 汪兵. EVC 高级编程及其应用开发 [M]. 北京 : 中国水利水电出版社 , 2005.
- [12] 赵海. 嵌入式 Internet 21 世纪的一场信息技术革命 [M]. 北京 : 清华大学出版社 , 2001.