

基于 Windows CE. NET 的嵌入式视觉传感器系统的研究

刘辉林, 刘畅

(东北大学 信息科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110004)

(liuhuulin@mail.neu.edu.cn)

摘 要:在介绍视觉传感器系统结构的基础上,重点探讨了以 Windows CE 为系统核心平台如何设计开发嵌入式视觉传感器系统。同时提出一种解决在 Windows CE 系统下开发嵌入式系统内存不足问题的方法,进而实现了对图像数据的在线实时采集。

关键词:嵌入式系统; Windows CE. NET; 视觉传感器

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:** A

Embedded vision sensor system based on Windows CE. NET

LIU Hui-lin, LIU Chang

(School of Information Science & Engineering, Northeastern University, Shenyang Liaoning 110004, China)

Abstract: Based on the description of the construction of vision sensor, how to create an embedded vision sensor system in the Windows CE platform was studied. At the same time, how to develop an embedded system with the limited memory space in Windows CE was discussed so as to realize the on-line data processing.

Key words: embedded system; Windows CE. NET; vision sensor

0 引言

视觉传感器系统是嵌入式系统的重要分支之一,主要用于控制领域,兼顾数据处理^[1,2]。其特点是可以提高生产的灵活性和自动化程度。在大批量工业生产过程中,用视觉传感器系统检查产品质量显然要比人工方式速度快,精度高,而且可以大大提高生产效率和生产自动化程度。

基于上述思想,我们研制了一种基于 Windows CE. NET 的嵌入式视觉传感器系统,能够更好地满足嵌入式系统的应用和开发需求。

1 嵌入式视觉传感器系统的研究

视觉传感器系统通常采用照相机摄取检测图像,将其转化为数字信号,再采用先进的计算机硬件与软件技术对图像数字信号进行处理,从而得到所需要的各种目标图像特征值,并在此基础上实现模式识别、坐标计算、灰度分布图等多种功能。视觉传感器系统能够根据其检测结果快速地显示图像,输出数据,发布指令,执行机构可以配合其完成位置调整,好坏筛选,数据统计等自动化流程。

目前从视觉传感器系统的运行环境分类,可分为 PC-Based 系统和 PLC-Based 系统。基于 PC 的系统利用了其开放性、高度的编程灵活性和良好的 Windows 界面,同时系统总体成本较低。PC-Based 系统内含高性能图像采集卡,一般可接多个镜头,并提供库函数支持。其主要代表为美国 Data Translation 公司的 MACH 系列(如 DT3155)和 MV 系列 PCI 工业视觉卡。在 PLC(可编程控制器)系统中,图像处理单元独立于系统,通过串行总线和 I/O 与 PLC 交换数据,系统软件固化在图像处理器中,具有开发周期短,系统可靠性高。日本松下公司的 Image Checker M100/M200 系统可说是这方面

的代表。

1.1 硬件设备的构成

视觉传感器系统主要由三部分组成:图像的获取、图像的处理、输出显示(如图 1)。

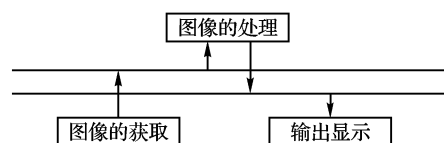


图 1 视觉传感器系统通信的网络拓扑图

图像获取设备包括光源、摄像机等,其中关键部件 CCD 是由分布于其上的各个像元的光敏二极管的线性阵列或矩形阵列构成,通过顺序输出每个二极管的电压脉冲,实现将图像光信号转换成电信号的目的。输出的电压脉冲序列可以直接输入标准电视显示器,或者输入计算机的内存,进行数值化处理。

图像处理设备包括相应的软件和硬件系统。其中软件由系统的运行软件平台(例:Windows CE. NET)和应用程序模块构成,主要有界面 UI 管理模块、执行管理模块、图像数据管理模块。硬件主要指系统运行的硬件平台(例:Intel X86),或多媒体计算机。

输出设备与过程相连,包括监视界面、过程控制器和报警装置等。摄像数据通过计算机对标准和故障图像的分析 and 比较,若发现不合格产品,则通过 NG 信号告警,并由 PLC 自动将其排除出生产线。机器视觉检测的结果可以作为计算机辅助质量 CAQ (Computer Aided Quality) 系统的信息来源,也可以和其他控制系统集成。

1.2 运行平台 Windows CE. NET 的研究

Windows CE. NET 是微软 2002 年初推出的标准、开放体

收稿日期:2005-11-04;修订日期:2006-01-12

作者简介:刘辉林(1964),男,辽宁黑山人,副教授,硕士,主要研究方向:嵌入式系统、数字图像处理;刘畅(1981-),男,辽宁营口人,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统。

系统结构的嵌入式操作系统,是一个紧凑、高效和可扩展的操作系统,适用于各种嵌入系统和产品。它是拥有多线程、多任务、确定性的实时、完全抢先式优先级的操作系统环境^[3]。同时,它的模块化设计方式使系统开发和应用开发人员能够为多种多样的产品来定制它,方便开发人员使用满足平台系统需求的最小软件模块和组件集合来设计嵌入式系统平台,从而使内存用量最小并最大可能地提高了操作系统的性能。Windows CE. NET 最突出的一点是,它允许开发者使用 Win32 API,方便而功能强大的开发平台以及其他资源。Windows CE. NET 还支持多类硬件外围设备,像键盘、鼠标设备、触摸面板、串行口等。自 Windows CE. NET 3.0 以来,内核的许多重大改变也极大地增强了 Windows CE. net 的实时性^[4]。

2 嵌入式视觉传感器系统的实现

2.1 Windows CE 系统制定

为了让 OEM (Original Equipment Manufacturer)能够开发适合自身要求的 Windows CE 操作系统,微软提供了 Platform Builder。它为定制基于 Windows CE 操作系统的嵌入式平台提供了集成开发环境,以及设计、创建、测试和调试平台所需要的开发工具。集成环境提供了一个完整的工作空间,在此空间 OEM 可以对平台和项目进行操作。Platform Builder 需要运行在 Windows 2000 或 Windows XP 环境下,以普通 PC 机作为主机,为目标机即嵌入式平台定制 Windows CE 操作系统。利用 Platform Builder 定制 Windows CE 操作系统的基本流程如图 2 所示。

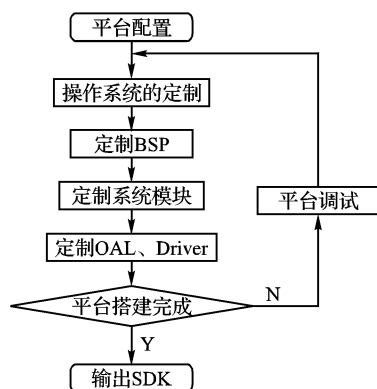


图2 Windows CE 制定的基本流程

首先,配置集成环境 Platform Builder。把微软提供的相应本机设备驱动程序加入到工作空间里,同时在环境里还加入了 C Libraries 和 MFC 以及中文库。然后定制并搭建 (build) 了 Windows CE. NET 操作系统的镜像文件 (默认文件名为 nk. bin) 和 BSP (Board Support Package) 板级支持包^[5]。

其次,制定系统模块。为实现向网络服务器发送视频数据的能力,定制网络模块 WinSock 2.0; 作为 Windows 的插口实现模块,以提供对 TCP/IP 等多种传输协议的访问支持; TCP/IP: 用于 TCP/IP 协议栈的实现; 其他网络 API: 包括 Windows Networking API、RTC (实时通信) Client API 等。这些定制的网络模块作为预留模块接口用于视频数据网络应用开发。

然后针对本系统的 Inter X86 硬件平台,选择了 CEPC (X86) BSP 作为嵌入式平台的芯片及底板支持,使其可以使用 Intel X86 体系结构的 OS。此 BSP 提供了对平台 OAL (OEM Adaptation Layer) 和 Inter X86 SDB 设备驱动的软件实现和支持,包括 IntelX86 芯片驱动、显示驱动、网络总线驱动

以及 Windows CE. NET OS 的核心特性 (如处理器调试、进程间通信、内存管理等核心功能), 通信和网络特性。在 Platform Builder 环境下针对定制的镜像文件,需要配置并搭建一个与之对应的 SDK。SDK 是由一系列的头文件、库文件、帮助文档、平台管理文件和运行文件等组成的。嵌入式 Windows CE 操作系统的应用程序是可移植的,利用不同的 SDK 连接,可以在不同的与 SDK 对应的 Windows CE 操作系统下调试和运行,这充分说明了 Windows CE 具有很强的通用性。

最后,在平台给定的环境里生成 Boot Loader, 将 Boot Loader 和上面所做的 Windows CE. NET 操作系统的镜像下载到目标机的电子硬盘上。启动目标机运行 Windows CE 操作系统,把搭建好后 SDK 安装到另一台计算机上,从而这台计算机可以通过这个 SDK 与 Embedded VC ++ 4.0 编程环境连接。现在就可以从 Embedded VC ++ 4.0 的环境列表中选择所定制的平台,并利用其提供的工具来创建、测试和修改应用程序。

2.2 系统的设计与实现

2.2.1 系统结构设计

系统结构设计如图 3 所示,由应用层、中间层、OEM 层和硬件层构成。其中硬件采用基于 Intel X86 的硬件平台, Intel X86 处理器高速前端总线频率和丰富的多媒体指令可满足视频数据时间约束的特性需求。软件运行环境为 Windows CE. NET 5.0 和开发工具 SDK, 都是通过微软提供的 Platform Builder 定制完成。本系统采用面向对象 (OO) 的设计方法^[6]。应用主程序在 Windows 2000 环境下通过用 Embedded VC++ 4.0 开发, UI 部分在 Windows 2000 环境下通过用 VB. NET 开发,且 .NET Compact Framework 不会影响 Windows CE. NET 的实时行为^[7]。

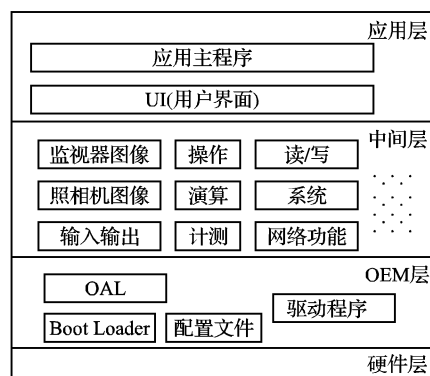


图3 基于 Windows CE. NET 的嵌入式视觉传感器系统结构

2.2.2 系统功能设计

系统的上层结构包括三层:

UI 管理层 主要通过 VB. NET 开发生成可执行文件,系统启动后立即调用 UI 的可执行程序,启动提供用户操作的界面。用户在 UI 界面进行操作,可以激活对系统数据的计测、系统显示模式的切换、系统设定等事件,UI 响应各种事件时调用应用主程序 library 中的方法,按顺序进行处理。

执行管理层 由作为应用主程序的可执行文件 (应用程序) 和 MFC regular DLL (DLL) 制作的应用主程序库构成。MFC regular DLL (DLL) 作为 ROM 配置。Windows CE . NET 5.0 启动时,从 startup 启动主程序的可执行文件,把应用主程序 Library 作为 XIP DLL,加载到内存后可立刻执行的状态。

其管理功能包括 UI 管理、处理单元管理、Scene 调用管理、Thread 优先级管理、系统内存管理、Logging 管理、中断管理、处理模式变换。

其中 Thread 优先级^[8]管理功能是管理各线程,控制系统的执行顺序。如图 4 所示,启动执行管理层的进程,然后启动多个线程,包括事件处理线程、计测处理线程、表示线程、Logging 处理线程等。为保证系统的实时性,事件相应线程和计测处理线程的优先级最高,其他的优先级略高于一般应用程序。

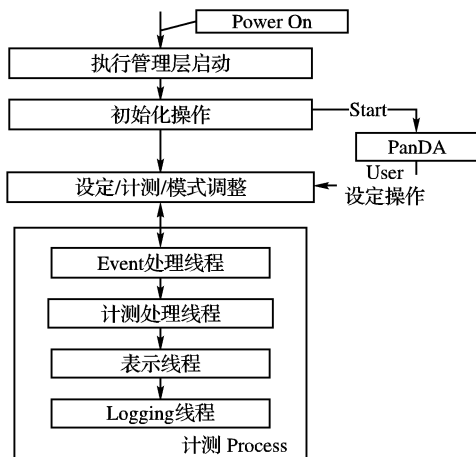


图 4 执行管理层流程

中断管理功能是保证系统的实时性,负责监控处理项目的执行情况,在需要的时候进行中断处理,其中断处理过程如图 5。系统执行时启动 4 个线程,对于计测处理线程需要进行中断处理。计测线程在设定时间内正常执行完毕,从 WAKE 到 SLEEP。但是当计测线程的处理超过设定的执行时间,系统将 KILL 掉计测线程,然后立刻再创建一个线程,新创建的线程处于 SLEEP 状态,等待执行任务。

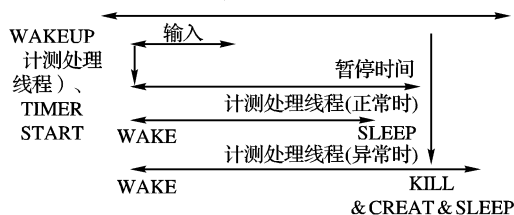


图 5 中断处理

数据管理层 主要包括系统 library 库,用于设置文件对其进行读取、修改、保存的操作。在对内存中图像数据的操作主要有内存中图像数据的处理和内存中数据显示的处理。内存中保存的图像数据包括从 camera 输入的图像存入到图像 memory 和保存图像 memory 中,以及 graphic memory 中的图像数据。

图像数据的处理:图像数据部分由两部分组成,即保存图像 memory 和 graphic memory。其中 graphic memory 又分成 graphic memory 0、1、2、3、4。系统 library 的 ImageDisplay class 提供方法在 monitor 上把保存图像 memory 和 graphic memory 重叠显示。保存图像 memory 选择任何一个画面显示,之上全部重叠 graphic memory。

数据显示的处理:将内存的数据在窗体 UI 上显示出来。

2.2.3 系统开发中内存映射文件技术的实现

内存映射文件技术是 Windows 的一种内存管理方法,提供了一个统一的内存管理特征,使应用程序可以通过内存指

针对磁盘上的文件进行访问,其过程就如同对加载了文件的内存的访问。通过文件映射这种使磁盘文件的全部或部分内容与进程虚拟地址空间的某个区域建立映射关联的能力,可以直接对被映射的文件进行访问,而不必执行文件 I/O 操作,也无需对文件内容进行缓冲处理。由于在不同进程内的线程通信,因此对系统资源要求比较高,这就要求分配比较大的地址空间。尤其是对本系统来说,进程间传递大量图片数据。

Windows CE 平台有一个内存管理方面的限制,就是对于应用程序相对很小的 32 MB 虚拟地址空间。针对本系统需要对图像数据进行大量的操作和实时性的要求,因此在使用内存的时候采取内存映射文件技术来实现分配较大内存块。其算法为:

Procedure MemoryMap(LPCSTR lpName, DWORD dwMaxMemorySize)

1. if ((dwMaxMemorySize is less than zero) OR (lpName is NULL))
 - i. show message of create memory map parameter Error
 - ii. end the function
2. Create memory map file on disk
 - if create failed show error message
3. Create mapping according to the map file
 - if create failed show error message
4. Create map view for copy data
 - if create succeed
 - i. get the start position and the length of the map file
 - ii. Read or write memory map according to the name in the lpname, the start position and length of data
5. close memory map view, memory map file and memory file

内存映射文件技术在处理大数据量数据时表现出了良好的性能,提高了程序的执行效率,满足系统实时性的要求,解决了由于 Windows CE 内存不足而产生的大量问题。

3 结语

Windows CE 操作系统,其应用大多集中在 palm, handheld PC 及 Auto PC 上,而本系统则使用 Windows CE 实现了嵌入式视觉传感器系统的开发,并且通过内存映射文件技术解决了在 Windows CE 下开发嵌入式系统内存不足的问题。

国内视觉传感器系统的开发尚处于初级阶段,其中大部分开发者所开发的产品是不可重用的软硬件。基于 Windows CE 的应用程序具有良好的可移植性,所以对以后视觉传感器系统的升级和其他系统设备的开发非常有利。

参考文献:

- [1] 王宜怀,刘晓升. 嵌入式应用技术基础教程[M]. 北京:清华大学出版社,2005.7.
- [2] 张大波. 嵌入式系统原理、设计与应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.11.
- [3] (美)MUENCH C. Windows CE 权威指南[M]. 精英科技,译. 北京:中国电力出版社,2001.
- [4] 周毓林,宁杨,陆贵强. Windows CE. NET 内核定制及应用开发[M]. 北京:电子工业出版社,2005.2.
- [5] 魏忠,蔡勇,雷红卫. 嵌入式开发详解[M]. 北京:电子工业出版社,2003.7.
- [6] 熊光泽,古幼鹏,桑楠. 嵌入式应用软件设计方法学研究综述[J]. 计算机应用,2004,24(4):1-2.
- [7] Real-Time Behavior of the .NET Compact Framework[EB/OL]. http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dncenet/html/Real-Time_NETCF.asp.
- [8] 吴百锋,彭澄廉,孙晓光. 嵌入式系统设计中的部件优先级分配算法[J]. 小型微型计算机系统,2004,26(1):96-99.