

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 23020051302535

UDC _____

廈門大學

硕士学位论文

嵌入式网络图像采集系统的设计与实现

Design and Implementation of Embedded Network Image

Acquisition System

指导教师姓名: 曾文华 教授

专业名称: 计算机软件与理论

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 6 月

学位授予日期: 2008 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

摘 要

随着多媒体技术和网络技术的发展,嵌入式网络图像采集系统的研究与实现越来越受到人们的重视。目前,图像的采集设备大都是以个人计算机为核心来进行处理的。利用计算机强大的处理能力和通用的接口,设计专用的图像采集卡来采集图像,应用非常广泛。但因其体积庞大、成本高、携带不便,因此许多户外场合下这类设备并不适合于图像的采集。在这种背景下,设计一种轻便小巧且性价比高的图像采集系统来采集、处理并传输所需的图像成为市场所需。

本文主要研究了以基于 ARMv5TE 体系结构的 Intel XScale IXP425 处理器为核心的嵌入式网络图像采集系统的相关理论和可行性,并在此基础上给出了一种基于 Intel XScale IXP425 处理器实现网络图像采集的解决方案,具体包括:系统的硬件结构设计和软件结构设计、系统硬件平台和软件平台的搭建、WEB 管理模块和系统功能模块的设计与实现。该图像系统可由用户主机通过 WEB 进行远程管理,采集目标图像并按相关设置参数进行处理。整个设计中充分考虑到图像采集系统的通用性,使得该系统可以作为一个通用的图像采集硬件平台,使其具有较好的可扩展性,容易在此基础上进行二次开发。

本文最后给出了整个嵌入式网络图像采集系统的实验工作。实验结果表明本系统基本上实现了设计中所给出的功能,验证了整个系统设计的正确性和合理性。

关键词: 嵌入式系统; 图像采集; 网络; WEB 管理

Abstract

With the rapid progress of multi mediate technology and computer networks, the research and realization of image acquisition have been highlighted in embedded systems. Currently, using its powerful processing capability and overall interface to design the image acquisition card, the equipments of image acquisition system are mostly based on personal computer, and the application is very extensive. However, because of his huge size, high costs, in convenience. In many outdoor occasions, Personal computers are not suitable for the images acquisition, in such environment, the dedication to design of a portable image acquisition system became necessary for the market.

In this thesis, the feasibility of realizing an embedded network image acquisition system is investigated, A scheme of embedded network image acquisition system based on Intel XScale IXP425 Processor is designed, including the design of hardware and software architecture , the configuration design of hardware platform and software platform, the design of management of web, the design of system function module. In the whole design the flexibility of image acquisition is considered sufficiently, so the whole system can be used as a general image acquisition platform. This platform can be used to realize any compressing algorithms or protocols. This system has an excellent expansibility and is easy to be developed secondly.

At the end of this thesis , the testing of the entire embedded network image acquisition system is demonstrated. The experiments show that this system can reach those function required initially. And the results prove that the design is correct.

KeyWords: Embedded System; Image Acquisition; Network; WEB Management

目录

第一章 绪论	1
1.1 论文背景	1
1.2 国内外研究进展	2
1.3 论文的主要研究内容及结构安排	5
第二章 基础知识和相关理论基础	6
2.1 嵌入式系统简述	6
2.1.1 嵌入式系统的概念	6
2.1.2 嵌入式系统的特点	7
2.1.3 嵌入式系统的分类	7
2.2 ARM 处理器简介	11
2.2.1 ARM 的特点	11
2.2.2 ARM 处理器系列	12
2.2.3 ARM 处理器的体系结构	14
2.3 嵌入式网络图像采集系统原理	17
2.3.1 嵌入式系统在图像获取中的应用	18
2.3.2 基于嵌入式系统图像的网络传输	18
2.4 图像压缩算法	19
2.4.1 图像压缩算法概述	19
2.4.2 嵌入式网络传输的图像压缩算法	21
第三章 嵌入式网络图像采集系统的设计	26
3.1 嵌入式网络图像采集系统的硬件结构	26
3.2 嵌入式网络图像采集系统的软件结构	26
3.3 开发平台的搭建	27
3.3.1 硬件平台的搭建	27
3.3.2 软件平台的搭建	29
第四章 嵌入式网络图像采集系统 WEB 管理模块的设计与实现	34
4.1 WEB 管理模块的技术背景	34
4.1.1 CGI 脚本简介	34
4.1.2 Boa 服务器简介	35
4.2 WEB 管理模块的结构	36
4.3 参数设定模块的实现	37
第五章 嵌入式网络图像采集系统功能模块的设计与实现	40
5.1 系统功能模块总体设计	40
5.2 压缩算法模块的实现	40
5.3 应用程序模块的实现	42
5.4 嵌入式 TCP/IP 协议栈模块的实现	42
5.4.1 嵌入式 TCP/IP 协议栈的总体设计	43

5.4.2 ARP 协议的实现.....	46
5.4.3 IP 协议与 ICMP 协议的实现.....	47
5.4.4 TCP 协议与 UDP 协议的实现.....	49
5.5 测试效果	52
第六章 总结与展望	56
6.1 总结	56
6.2 进一步工作	56
参考文献	57
附录 攻读硕士学位期间发表的学术论文.....	59

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 International and Domestic Situation	2
1.3 Content and Paper Framework	5
Chapter2 Basic Theory and Relevant Background Knowledge.....	6
2.1 Introduction of Embedded System.....	6
2.1.1 Concept of Embedded System	6
2.1.2 Speciality of Embedded System	7
2.1.3 Sorts of Embedded System	7
2.2 Architecture of ARM	11
2.2.1 Speciality of ARM	11
2.2.2 Series of ARM.....	12
2.2.3 Architecture of ARM	14
2.3 Theory of Embedded Image System	17
2.3.1 The Application of Embedded system for Images.....	18
2.3.2 The transport of images based on Embedded system	18
2.4 Algorithm for Images in Embedded System.....	19
2.4.1 Introduction.....	19
2.4.2 Algorithm for Compressing Images in Embedded Systems	21
Chapter3 Design for Embedded Images System	26
3.1 Hardware Architecture.....	26
3.2 Software Architecture.....	26
3.3 Development Platform.....	27
3.3.1 Hardware Platform.....	27
3.3.2 Software Platform	29
Chapter4 Design and Implementation of Embeded Images System	
WEB Management Module	34
4.1 Technology Background of WEB Management	34
4.1.1 Introduction of CGI	34
4.1.2 Introduction of Boa Server.....	35
4.2 Design and Implementation of WEB Management Module.....	36
4.3 Design of Setting Module	37
Chapter5 Design and Implementation of Funftion Module	40
5.1 Design the Overall Framework.....	40
5.2 Implementation of Images Compressing	40
5.3 Implementation of Application Programme.....	42

5.4 Implementation of Embedded TCP/IP Protocol Module	42
5.4.1 Design of Embedded TCP/IP Protocol	43
5.4.2 Implementation of ARP Protocol	46
5.4.3 Implementation of IP Protocol and ICMP Protocol	47
5.4.4 Implementation of TCP Protocol and UDP Protocol	49
5.5 Evaluation.....	52
Chapter6 Conclusion and Future Work.....	56
6.1 Conclusion	56
6.2 Future Work	56
Reference	57
Appendix.....	59

厦门大学博硕士学位论文摘要

第一章 绪论

1.1 论文背景

视频图像是对客观事物形象、直观的描述，是人类重要的信息表达形式。在当今的信息社会，随着网络、通信与微电子技术的快速发展和人民物质生活水平的提高，视频图像以其直观、方便和内容丰富等特点，日益受到人们的青睐。

图像采集系统在现代科学研究、工农业生产、交通运输、资源的遥感探测、医疗卫生、空间探测、航天探测等各个领域中的应用越来越广泛^[1]。在实际的工程应用中，图像采集系统基本上是不停机工作的，因此系统除了对算法本身有很高的要求以外，视频信号处理的速度和高稳定可靠性是至关重要的，而传统的图像采集系统主要是CCD摄像头、视频卡与计算机的工作模式或者CCD摄像机的形式。前者的图像信息输入大多是模拟信号经普通电缆传输，由视频卡进行A/D转换，再进行编码，这样不仅占用前端主机的总线插槽，需要配置专用视频信号接口，结构复杂、成本高、体积庞大，而且信息处理受计算机操作系统的限制，争抢信道带宽，以致图像的传输速率低，处理的实时性差。而后者，其低端产品现在渐渐地被CMOS摄像设备所替代，其高端产品在与CMOS竞争时由于受价格和集成度的影响，也没有很大的优势。

图像采集系统的性能要求差别很大，用于航天军事等领域的图像采集系统需要极高的速度和准确性，而图像采集系统在生活中的实际应用往往不会有很高的性能要求。根据具体应用的要求，研制性价比高的图像采集系统具有一定的市场意义，而超大规模集成电路和嵌入式软、硬件技术的迅猛发展，为我们找到了一种解决问题的新思路，即研制嵌入式结构的图像采集系统。

基于嵌入式设备的网络图像采集系统优点表现在：由于这种系统的硬件是一个同处理器和软件捆绑较为紧密、功能专一、设计专门的设备，不像插卡系统那样受通用计算机系统中其他软件硬件的影响，因此性能上更稳定，且便于安装、维护，易于实现系统的模块化设计，便于管理、维护，性价比高；另一方面，由于功能的单一，只要算法选择正确，系统的实时性就可以得到保证，而且控制功能较PC系统容易实现。研制嵌入式网络图像采集系统有着重要的意义，可以广泛应用在各行各业，生活中有小区安全监控，电讯行业有机站监控，银行系统有柜

员监控,林业部门有火情监控,交通方面有违章和流量监控以及出租车的安全监控等等^[2]。从功能上讲,图像采集能用于安全防范、信息获取和指挥调度等方面。

图像采集系统符合信息产业的未来发展趋势,蕴藏着巨大的商机和经济效益,成为目前信息产业中颇受关注的数字化产品。特别是近年来,随着技术的进步和社会经济的不断发展,客观上对图像采集系统的准确性、有效性和方便性提出了更高要求。具体的讲,主要体现在以下两个方面:一是需要实施图像采集的范围更加广阔,由传统的安防监控向管理监控和生产经营监控发展,而且对同一套系统的覆盖面和实施距离也提出了更高的要求,通俗的说就是要达到点多面广;二是要求图像采集系统与管理信息系统、网络系统结合,实现对大量图像数据的压缩存储、传输和自动处理,从而达到资源共享,为各级管理人员和决策者提供方便、快捷和有效的服务。

本文旨在研究一种具有压缩功能和网络传输功能的嵌入式网络图像采集系统。本系统在现代的图像采集和监控中具有灵活、方便和功能强大的特点,它被用作采集系统中的数据采集节点,是一个具有完备的图像采集、压缩、处理功能的嵌入式系统。用户主机可以通过WEB对摄像头设定相关参数或进行系统配置。摄像头采集来的图像信号数字化后由嵌入式系统芯片压缩,然后系统根据用户设定的相关参数对图像进行处理,再通过网络将处理后的图像传送给用户主机。由于把图像的压缩、处理、传输和WEB管理功能集成到一个体积很小的设备内,可以直接连入以太网,达到即插即用,省掉各种复杂的电缆,安装方便(仅需设置一个IP地址),也无需使用专用软件。该网络图像系统与传统的图像采集系统相比有以下优点:数字图像采集使用廉价的网络双绞线传输,代替昂贵的视频线缆,利用原有的综合布线,不需要专门监控布线;在任何网络所及的地方实施图像采集,不需要中心监控机房;对网络用户实行密码设置,限制访问权限;可用软件方式实现系统控制,不需要单独控制线。

1.2 国内外研究进展

按照国内外图像采集系统的相互影响关系,图像采集系统的发展过程可划分为下述几个相互交错的阶段。第一阶段为20世纪90年代前期,国外的进口矩阵控制主机产品已经比较成熟,监控公司纷纷开发利用计算机对矩阵主机进行系统控制的软件,实现电脑对图像采集系统图像切换、音频切换、报警处理、图像抓拍

等多媒体控制,此时的计算机多媒体图像采集实际上仅仅作为图像采集系统的一个辅助控制键盘使用。国内的图像采集产品国产化进程也是在此时期起步,其特点是以传统电子制造业为基础的小规模的产业化。第二阶段是90年代中、后期:在这一时期是图像处理技术、计算机技术、网络技术飞速发展的时期。这一阶段国外电子产品制造商大规模进入中国市场,完成了大多数图像采集产品国产化过程^[3]。国内公司在完成矩阵主机、解码器、多媒体控制系统等外部设备产业化生产后,发现由于受到价格的影响以及硬盘容量的限制,这一时期发展的数字图像采集系统和数字录像系统还不能够在与模拟设备的竞争中取得优势。第三个阶段是2000年以后,随着图像压缩技术的进步,特别是MPEG-1、MPEG-2图像压缩芯片的大量推广应用^[4],图像采集产品进入了一个快速发展时期,产品也由原来的数字监控录像主机发展到网络摄像机、网络传输设备、电话传输设备、专业数字硬盘录像机等多种产品^[5]。经过这几年的发展,国内诞生了一批新兴的数字化图像采集产品生产企业,特别是以数字化安防产品——数字硬盘录像机生产企业为代表的厂家迅速崛起,使原有的图像采集市场发生了根本性的变化,传统监控产品生产企业如松下、三洋、索尼产品在市场中的份额不断缩减,民族品牌的图像采集产品逐步占据市场。

数字图像采集系统是随着CCD的广泛使用而快速发展起来的。早期的图像采集,由于受技术和器件的限制,其效果和采集速度相对于现有技术来说都比较低。1989年6月,美国主要的科技制造业和政府专门的工作组召开会议,研究讨论新一代高速视频图像采集系统的研制和应用问题,明确了当时面临的三个技术障碍:高分辨率高速度的传感器、高集成度的存储介质以及高速的传输技术,并提出了相应解决方案,从此视频图像采集进入了一个新的阶段^[6]。1997年,刘继现^[6]等人以8098单片机为核心组成了CCD数据采集系统,该系统对5MHz的CCD信号进行采样,与上位机通讯时,数据传送率为9600b/s。近年来,各种新技术、新器件在图像采集系统中的应用,使得数字图像采集技术的发展非常迅速。2000年,杨玉春^[6]等人提出了基于FIFO缓冲器的CCD高速数据采集办法,采用DMA方式实现数据传输。2001年,熊伟、曾峦^[7]等针对多数图像采集存储设备的特点和缺点,提出了基于SCSI硬盘的图像数据采集存储系统,设计出了一种高速、数字化、小型化的系统样机,其技术指标达到了33MB/s的速度。2002年,上海交大的胡晓飞

[7]等人提出了使用视频解码芯片和可编程逻辑芯片组成的实时图像采集系统，使用了DSP作为处理器。2003年，北京航空航天大学的刘德良^[7]等人，提出了一种基于FPGA的实时、多分辨率图像采集系统的控制逻辑设计方案，该方案提出帧存乒乓刷新机制技术，使图像采集系统的稳定性得到了提高^[7]。

Internet网络已经渗入生活的各个角落，为我们提供了一个非常好的资源共享和信息传输平台。光纤技术的成熟应用，使Internet主干线的带宽达到了几百Gb/s。网络技术在图像采集系统上面的应用，引起了新一代的图像采集系统的出现。这种图像采集系统兼有服务器的功能，能够接收网络终端的数据请求，按照网络终端的请求操作，执行相应的命令，采集适合要求的数字图像^[8,9]。2002年，在国防科技大学的一个合作基金项目中，黄英^[8]等提出了基于嵌入式Linux的远程监控系统，对利用嵌入式Linux技术构造的基于WEB的远程监控系统方案进行了研究。日本的一家公司已研制出了网络摄像机webcam，该网络摄像机具有M-JPEG压缩功能，用单片机和网卡芯片实现网络功能。2003年，Har-Peled Sariel和Koltun Vladlen^[10]等人提出了一种网络图像采集系统的控制算法，该图像采集系统能够通过多个网络用户对其进行控制，算法对图像采集系统的控制特性进行了讨论。2004年，Li Hui和Bai Lin^[10]等人提出了一个企业内网的视频管理系统，将最新的H. 323等算法运用到该系统中，其将会在实时监控中得到应用^[10]。

第三代采集系统的典型代表是美国的VSAM系统，该系统的目标是开发自动视频理解技术，用于实现未来战争中人力监控费用昂贵、非常危险或者人力无法实现等场合的监控。VSAM是一个战场监控系统，目前处于实验阶段，主要功能包括：配合多种类型的传感器，对监控地区进行全方位的昼夜监控；具有先进的视频分析处理器，不但能检测和识别异常对象的类型，还能分析与检测人的活动，根据运动对象行为的危害性进行自动提示和报警。由Internet、Intranet和局域网构成的先进网络传输系统，支持多种通信线路连接；使用地理信息和三维建模技术提供可视化图形操作界面；机载航空摄像机不需要经常性的人工操纵就能自动对准地面监视目标，实现对重要目标的长时间的监视。因此，VSAM不但能进行一般性军事安全监控，如军事基地、军械弹药库和边海防线的监控，而且能够进行局部战争战场的实施监控，如敌方军力部署及调动情况等。

在现阶段，国内在图像采集方面的技术基本上已经和国外处于同一层次，只

是由于资金等方面的原因，应用方面显得相对落后。今后国内外数字化图像采集产品在技术上将会向两个方向发展：第一是高清晰度，对图像质量的追求，始终是人们努力的方向，更是图像采集内在的要求，因此随着存储设备容量的不断增大，价格不断降低，新的存储技术的发展，采用MPEG-2和其他高画质图像标准的产品将投入市场，成为数字化图像采集的重要产品；第二个方向是基于MPEG-4或更新的图像压缩标准的产品，MPEG-4技术为数字化图像采集产品提供了新的发展空间，MPEG-4技术尤其适合网络图像采集，它的出现和应用，将使图像采集系统迈向一个新的时代^[11,12]。

1.3 论文的主要研究内容及结构安排

本文在研究了嵌入式网络图像采集系统的相关理论后，根据具体的实际应用要求，在保证设备具有较高性价比的前提下，结合嵌入式Linux系统的设计原理，设计出了一种以基于ARMv5TE体系结构的Intel XScale IXP425处理器为核心的嵌入式网络图像采集系统。给出了嵌入式网络图像采集系统的软、硬体系结构，实现了WEB管理模块以及系统功能模块。

全文共分六章：

第一章是本文的概述，说明论文研究背景、国内外发展现状。

第二章就嵌入式网络图像采集系统设计的相关理论知识进行概述，介绍了嵌入式系统、ARM处理器、嵌入式网络图像采集系统、图像压缩算法等相关知识。

第三章给出了嵌入式网络图像采集系统的总体设计，包括嵌入式网络图像采集系统的硬件体系结构设计、软件体系结构设计以及开发平台的搭建。

第四章给出了嵌入式网络图像采集系统WEB管理模块的设计与实现，基于Boa服务器平台，通过CGI编程实现了WEB管理模块。

第五章给出了嵌入式网络图像采集系统功能模块的设计与实现，实现了嵌入式网络图像采集系统功能模块的三大部分：压缩算法模块、应用程序模块、嵌入式TCP/IP协议栈模块，最后给出了本系统的测试效果。

第六章总结全文并提出了今后进一步研究的内容。

第二章 基础知识和相关理论基础

2.1 嵌入式系统简述

2.1.1 嵌入式系统的概念

嵌入式系统是指将应用程序和操作系统与计算机硬件集成在一起的系统。简单的说就是系统的应用软件与系统的硬件一体化，类似于BIOS的工作方式。这种系统具有软件代码小、高度自动化、响应速度快等特点。嵌入式设备是指应用了嵌入式系统的计算机设备。从某种意义上讲确实是大型计算设备的一个微缩，这一微缩肯定多少会带来相对性能上的减弱。但正是这一体积的微缩给人们很多生活上的方便。拥有嵌入式设备，人们可以随时随地地浏览电子书籍，预定机票，在任何一个陌生的城市都不会丢失，甚至可以在最短的时间内看到任何一部想看到的电影。

目前嵌入式设备主要有掌上电脑、汽车电脑、工业控制计算机等。嵌入式设备正在日新月异的发展，并快速的融入了我们的生活。嵌入式系统是面向用户、面向产品、面向应用的，它必须与具体应用相结合，才会具有生命力。嵌入式系统与应用紧密结合，具有很强的专业性，必须结合实际系统应用的需求进行合理的裁减利用^[13]。

嵌入式系统是先进的计算机技术、半导体技术和电子技术以及各个行业的具体应用相结合后的产物。这一点就决定了它必然是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。介入嵌入式系统行业，必须有一个正确的定位。例如Palm OS之所以在PDA领域占有70%以上的市场，就是因为其立足于个人电子消费品，着重发展图形界面和多任务管理；而风河的VxWorks之所以在火星车上得以应用，则是因为其高实时性和高可靠性。嵌入式系统必须能够根据应用需求对软硬件进行裁剪，满足应用系统的功能、可靠性、成本、体积等要求。所以，如果能建立相对通用的软硬件基础，然后在其上开发出适应各种需要的系统，这是一个比较好的发展模式。目前嵌入式系统的核心往往是一个只有几KB到几十KB的微内核，需要根据实际的使用进行功能扩展或者裁剪。由于微内核的存在，使得这种扩展能够非常顺利地进行。

2.1.2 嵌入式系统的特点

嵌入式系统有以下几个重要特征：

1. 系统内核小。由于嵌入式系统一般是应用于小型电子装置，系统资源相对有限，所以内核较之传统的操作系统要小得多。比如ENE公司的OSE分布式系统，内核只有5KB，而Windows的内核则要大得多。
2. 专用性强。嵌入式系统的个性化很强，其中的软件系统和硬件的结合非常紧密，一般要针对硬件进行系统的移植，即使在同一品牌、同一系列的产品中也需要根据系统硬件的变化和增减不断进行修改。同时，针对不同的任务，往往需要对系统进行较大更改；程序的编译下载要和系统相结合，这种修改和通用软件的“升级”是完全不同的概念。
3. 系统精简。嵌入式系统一般没有系统软件和应用软件的明显区分，不要求其功能的设计及实现过于复杂，这样一方面利于控制系统成本，同时也利于实现系统安全。
4. 高实时性的操作系统软件是嵌入式软件的基本要求。而且软件要求固化存储，以提高速度。软件代码要求高质量和高可靠性。
5. 嵌入式软件开发要想走向标准化，就必须使用多任务的操作系统。嵌入式系统的应用程序可以没有操作系统而直接在芯片上运行；但是为了合理地调度多任务，利用系统资源、系统函数以及专家库函数接口，用户必须自行选配RTOS (Real-Time Operating System) 开发平台，这样才能保证程序执行的实时性、可靠性，并减少开发时间，保障软件质量。
6. 嵌入式系统开发需要专门的开发工具和环境。由于嵌入式系统本身不具备自主开发能力，即使设计完成以后，用户通常也不能对其中的程序功能进行修改，因此必须有一套开发工具和环境才能进行开发，这些工具和环境一般是基于通用计算机上的软硬件设备以及各种逻辑分析仪。开发时往往有主机和目标机的概念，主机用于程序的开发，目标机作为最后的执行机，开发时需要交替结合进行^[14]。

2.1.3 嵌入式系统的分类

嵌入式系统是由硬件和软件两大部分组成的，所以其分类也可以从硬件和软

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库