

Tiyu Zhuangbei Qianrushi Jishu

全国体育院校体育工程学专业通用教材

体育装备 嵌入式技术

胡 璞 编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

全国体育院校体育工程专业通用教材

体育装备嵌入式技术

Tiyu Zhuangbei Qianrushishi Jishu

胡 璞 编著



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

体育装备嵌入式技术/胡璞编著. —武汉:中国地质大学出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5625-3524-9

I. ①体…
II. ①胡…
III. ①单片微型计算机-应用-体育器材
IV. ①G818.3-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 229351 号

全国体育院校体育教育技术协作会推荐教材

体育装备嵌入式技术		胡 璞 编著
责任编辑:段连秀	策划编辑:毕克成 段连秀	责任校对:张咏梅
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)		邮政编码:430074
电 话:(027)67883511	传 真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店	http://www.cugp.cug.edu.cn	
开本:787 毫米×960 毫米 1/16	字数:500 千字 印张:25.5	
版次:2014 年 9 月第 1 版	印次:2014 年 9 月第 1 次印刷	
印刷:武汉教文印刷厂	印数:1—1 500 册	
ISBN 978-7-5625-3524-9		定价:45.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

随着科学技术的飞跃发展,越来越多的工程技术应用于体育装备中。其中,电子技术、计算机技术、物联网技术的应用尤为广泛。在美国、德国、澳大利亚、英国等发达国家,嵌入式体育装备的研发、生产与销售,已成为该国体育产业的重要支柱。在我国,嵌入式体育装备的研究虽起步较晚,但随着体育工程学的深入发展,嵌入式体育装备的研发、销售与制造业已悄然改变着体育产业的格局。

为适应社会发展与市场就业需要,“体育装备嵌入式技术”课程内容要求:让学生学习现代体育装备的设计理念,培养学生创新性的设计思维;强调学生对嵌入式技术的应用,将嵌入式技术有效地与体育相结合,实践于各种体育装备的设计中;重视实践教学环节,使学生能学以致用,在实践中提高知识应用能力与专业水平。目前,能将体育与嵌入式技术相结合的教材非常匮乏。为了“体育装备嵌入式技术”课程能有专门的教材与之相匹配,武汉体育学院教务处于2013年立项开展“体育装备嵌入式技术”课程教材的编写工作。

嵌入式技术涉及广泛,本书不可能一一示例如何将其融于体育装备的设计中。因此,本着“引导读者通过实践项目,学习设计理念、入门嵌入式装备设计”的主旨,本教材在内容上选择8051单片机、C#等读者学习入门较为容易的工程技术,所选的工程项目实例也是基于上述工程技术得以实现。另外,体育装备嵌入式项目实例全部来源于国内体育工程学方向的最新科研成果,原型科研项目经过改善后,更适合于读者学习、实践。

本教材共分五章。第一章为体育装备嵌入式技术概论,通过介绍工程技术在体育中的应用,让读者了解嵌入式体育装备的发展现状和体育装备嵌入

式技术。第二章介绍嵌入式上位机、下位机的相关开发工具。第三章以 8051 单片机为基础,从 8051 单片机的内部结构与资源,到 Keil C51 的基本知识,最后示例 8051 单片机的 C 语言程序设计项目实例,系统地讲解嵌入式下位机知识以及如何应用。第四章以 C# 程序设计平台为基础,详细讲解了嵌入式系统上位机涉及的关键知识,如:C#.NET 串行通信控件与 API 函数的调用、多线程编程方法、GDI+ 绘图、ASP.NET 应用程序基础和 NET 数据访问等。第五章为体育装备嵌入式项目设计,本章选取 3 个单机版的体育装备设计实例和 3 个嵌入式体育装备设计实例。

本书的各章节内容既独立,章节之间又递进关联,既可按照书中章节顺序学习体育装备嵌入式技术,又可以按上位机、下位机分头学习。例如:学习下位机设计,只需要学习第一章、第二章的第二节和第三节、第三章、第五章的第一节;而学习上位机设计,可不用深入学习第二章的第二节和第三节、第三章、第五章的第一节。

笔者负责全书的编写,武汉体育学院体育工程与信息技术学院许浩然、程洋、张莉枚、刘会峰、刘斌魁、郑勤振、陈松坤、孙彦平等做了很多代码验证、资料整理工作。

由于本书涉及的知识面广,时间又仓促,限于笔者的水平和经验,疏漏、错误之处在所难免,恳请专家和读者批评指正,以便于我们及时修正。

编著者

2013 年 12 月

目 录

第一章 体育装备嵌入式技术概论	(1)
第一节 工程技术在体育中的应用	(1)
一、传感器技术在体育中的应用	(2)
二、电子信息技术在体育中的应用	(3)
三、物联网技术在体育中的应用	(3)
第二节 嵌入式体育装备的发展现状	(4)
第三节 体育装备嵌入式技术的定义	(6)
第二章 嵌入式开发工具的使用	(7)
第一节 Keil 软件的应用	(7)
第二节 STC-ISP 程序下载软件	(11)
一、软件安装	(11)
二、硬件连接	(12)
三、软件使用	(14)
第三节 Proteus 仿真应用	(17)
一、Proteus ISIS 基本操作	(17)
二、Proteus 软件所提供的元件资源	(25)
三、Proteus 电路设计实例	(28)
四、Proteus 仿真调试	(32)
第四节 Visual Studio 2008 安装及使用	(34)
一、安装 Visual Studio 2008	(34)

二、主窗口	(36)
三、文档窗口	(37)
四、工具箱	(39)
五、解决方案管理器	(40)
六、属性窗口	(42)
七、错误列表窗口	(43)
第五节 SQL Server 2005 安装及使用	(44)
一、SQL Server 2005 软件安装	(45)
二、SQL Sever 2005 基本操作	(50)
第六节 ASP.NET 应用程序基础	(58)
一、创建 ASP.NET 应用程序	(58)
二、运行 ASP.NET 应用程序	(59)
三、编译 ASP.NET 应用程序	(60)
第三章 嵌入式系统下位机知识	(63)
第一节 8051 单片机的内部资源	(63)
一、8051 单片机的特点	(63)
二、8051 的内部结构	(65)
三、中央处理器	(65)
四、存储器组织	(68)
五、片内并行接口	(71)
六、8051 的内部资源	(73)
七、8051 的芯片引脚	(74)
八、单片机的工作方式	(75)
九、8051 的系统扩展	(79)
第二节 Keil C51 基本知识	(86)
一、Keil C51 概述	(86)
二、Keil C51 对标准 C 语言的扩展	(87)

第三节 8051 单片机的 C 语言程序设计	(101)
一、LCD(1602)液晶显示屏的应用	(101)
二、串行 8 位 A/D 转换芯片 TLC549 的 SPI 接口技术	(126)
三、串行 10 位 D/A 转换芯片 TLC5615 的 SPI 接口技术	(133)
四、时钟芯片 DS1302 的 SPI 接口技术	(140)
五、I2C 接口技术	(152)
六、Wire 接口技术	(164)
七、串行接口技术	(178)
八、基于 nRF905 模块无线数据传输实例	(229)

第四章 嵌入式系统上位机知识	(244)
----------------------	-------

第一节 C#.NET 串行通信控件与 API 函数	(244)
一、MSComm 控件的使用	(244)
二、SerialPort 控件的使用	(252)
第二节 多线程	(258)
一、多线程的概念	(258)
二、线程的定义	(258)
三、多线程的优缺点及缺点	(259)
四、多线程入门示例	(259)
五、多线程窗体实例	(263)
第三节 使用 GDI+ 绘图	(268)
一、GDI+ 概述	(268)
二、控件引用实例	(278)
三、Windows 窗体的基本属性	(278)
四、创建窗体	(280)
五、设置启动窗体属性	(282)
六、控件概述	(282)
七、常用的 Windows 窗体控件	(284)

第四节	ASP.NET 应用程序基础	(303)
一、	创建 ASP.NET 应用程序	(303)
二、	运行 ASP.NET 应用程序	(304)
三、	编译 ASP.NET 应用程序	(305)
第五节	NET 数据访问	(307)
一、	ADO.NET 概述	(307)
二、	实例:操作 SQL Sever 数据库	(313)
第五章	体育装备嵌入式项目设计	(331)
第一节	单机版体育装备的设计实例	(331)
一、	投篮计数器	(331)
二、	赛艇节拍器	(338)
三、	反应测试仪	(344)
第二节	嵌入式体育装备的设计实例	(352)
一、	篮球运球计时器系统	(352)
二、	速滑分段计时测速系统	(366)
三、	基于物联网技术的力量素质测试系统	(379)
参考文献		(397)

第一章 体育装备嵌入式技术概论

体育装备嵌入式技术是将嵌入式技术应用到体育装备的设计中,主要涉及到电路设计、传感技术、单片机智能控制、计算机程序设计等工程技术。

本章重点介绍现代工程技术在体育中的应用情况和嵌入式体育装备的发展现状,并阐释了体育装备嵌入式技术的概念。

第一节 工程技术在体育中的应用

国际性体育竞赛发展到今天,已不再是单纯的运动员体能与技术的较量,而是涉及一个国家的科技、经济、文化等多方面综合国力在全球范围内的竞争。尤其是工程技术的应用,不仅推动了国家的繁荣与富强,也极大地促进了运动竞技水平的发展。

在古代奥运会,由于参赛的运动员都是赤裸身体,不着任何装备,比赛的项目、使用的场地、器械等都极为简单、朴素,加之当时科学技术水平极为低下,所以科技对体育的影响是非常有限的。但自进入现代奥运会以后,随着医学、材料科学、信息科学等自然学科迅速发展,科技便开始在很大的范围内对体育产生着深刻的影响。这其中包括促进新项目的诞生、建设开展项目所需的场馆设施、制造运动员的装备、为训练比赛实施监测、指导并提供科学的后勤保障等。

在科技奥运模式下,现代工程技术已经成为影响训练过程和竞赛结果的决定性因素。对人体训练前状态、训练时反应、训练后效应进行即时监测的运动医学器械;对运动员技术动作结构进行精确分析的 APAS 系统,对竞技状态作整体性评价的计算机模拟技术等都对运动员的训练与比赛提供了科学的保障。如美国科罗拉多-斯普林斯训练中心拥有世界上最先进的游泳水槽,在训练池中装备了完善的水下摄像系统,可以随时获得运动员在训练或比赛中的水下技术资料以及各种数据,为运动员的技术改进提供参考。

在应用于体育领域的现代工程技术中,传感器技术和电子信息技术的应用层面非常广泛,物联网技术也开始广为应用。

一、传感器技术在体育中的应用

传感器在体育领域中的应用也是很广泛的,体育场馆中的信息监测系统设备,比赛中的终点摄影计时器、游泳自动计时器等仪器设备,各种训练仪器器材,运动生理学中生化指标的获得等都离不开传感器的技术。

随着拳击、跆拳道等在国外广泛的开展,比赛竞争也日益激烈,同时对该项运动训练水平的要求也越来越高。然而在训练的方法、手段、生理机能检测的器材上则是十分贫乏,如打击力量、力量耐力、打击速度、速度耐力、打击冲量、打击功率、拳次及打击时间等参数的技术指标和曲线,是每一个教练员和运动员所必须了解的,也是评价某一运动员身体素质、运动技能好坏的重要因素。这就需要体育工程研究人员能够研发搏击项目训练测试仪。比如对于打击力量的测试,可以设计击打靶,靶内安装压力传感器,在运动过程中,由于击打产生的作用力使得传感器获取相应的信息,通过电子计算机运算处理,最终迅速而准确地获得打击力量的数据,为教练员提供行之有效的测试手段和可靠的依据。

加速度传感器在体育领域中有着广泛的应用。

对于各类型的运动员,可将上述器件绑缚在腰、背、四肢等处,或穿戴上特别设计的加速度传感器,如后述设计的智能运动鞋,进行训练的体能检测分析。同时还可结合各类比赛情况,配置一定的专家指导训练软件,根据相应记录,分析运动员的相关信息,建立每个运动员的体能训练要求与标准、体能状况表等,科学、合理地加强训练与加大力度,确保成绩的提高。

许多运动都涉及到运动鞋,若能根据运动项目,在鞋上安装加速度传感器等,使其具有一定的敏感性,能获取加速度信息,进而得到速度、位移、角度量。这对于获取运动员训练信息将有大的效用。

在铁饼、标枪等器械类项目上,大多数采用摄像技术、测速雷达、计算机模拟等来获取投掷的运动信息,并进行分析从而指导训练。如果在器械上安装一定数量的加速度传感器,而又不影响使用性能,定会对训练指导提供更全面的参考信息。

让运动员穿上装配加速度传感器的足球鞋进行训练。考虑上述发球方向、方位、击球脚部位因素,可在鞋的内外侧安置加速度传感器,用于测量发球时击球脚的运动速度、方向、部位信息;同时教练员和运动员根据球的具体运动结果,进一步提高技术。用同样的方法,还可对任意球进行击球技术训练。

在竞技网球运动中,发球技术占有绝对重要的地位,高速、准确的发球是得分取势、致胜的重要手段,国内外对网球专项训练和网球技术研究极为重视。对此,设计类似敏感袖章或佩戴专用手表,能很方便地解决发球速度、击球姿势的测量、记录问题,可以现场分析、指导运动员站位、抛球、挥拍、击球技术训练,从而无需全

部采用录像资料分析的方法指导训练。

对技术性要求很高的投掷铁饼、标枪等,也特别要注重专项技术的训练。利用加速度传感器将会较易于获取运动员投掷全过程的信息,包括人体的姿态、速度与加速度,铁饼与标枪出手角度、高度、初速度、空间实际状态等。

二、电子信息技术在体育中的应用

在高科技飞速发展的 21 世纪里,电子信息技术已跨入了各个行业,目前,电子信息技术已在体育领域中发挥着极其重要的作用。

随着竞技体育技术的发展,各项运动成绩已越来越接近人类体能的极限,因此创造新的记录越来越困难。为了能够在接近极限的区间内再创新成绩,世界各国尤其是发达国家不遗余力地开发电子信息技术并应用在体育上,成为电子信息技术和体育科研的重点之一。应用电子信息技术为提高竞技体育成绩,改进训练方法提供了可靠的依据。

电子计算机被广泛应用于竞技体育的技术分析中,由于人的肉眼不可能分辨出某个运动员在转体时肩膀转过了头或少转了;也不可能判断出某运动员的脚“落地时过于向前 1cm”这样精细的差别,而计算机却能做到这一点。通过先进的影视技术、多维摄像、摄影和解析技术,可以诊断技术动作的缺陷,并与正确、先进的技术比较所存在的差距,从而提供改善技术的关键和手段。美籍以色列体育科学家吉登·埃里尔在美国开设了一家“生物力学计算机分析”公司,对许多运动员的技术给予分析。

现代的竞技体育不仅是运动员体力、技能的竞争,而且也是高科技信息情报的竞争。运动过程一旦被摄影并数字化以后,就可以利用电脑将其转化为线条图,对每个动作都进行分析,确定出身体各个部分的动作、速度、力量等重要因素。

采用电子遥测技术研制的心率仪、遥测心电仪、遥测肌电仪,对运动员在运动中的心率、心电、肌电进行测定,从而对运动员的机能状况进行科学诊断。为运动负荷监控和制定技、战术提供理论依据。足球运动员训练时带上“生理遥测表”,教练员通过所测数据,可知运动负荷的大小,为合理调整运动负荷,逐步提高身体机能提供了科学依据。

三、物联网技术在体育中的应用

物联网就是“物物相连的互联网”,是“将无处不在的末端设备和设施,通过各种通讯网络实现互联互通、应用大集成以及基于云计算的软件营运等模式,在内网、专网和(或)互联网环境下,采用适当的信息安全保障机制,提供安全可控乃至个性化的实时管理和服务功能,实现对‘万物’的‘高效、节能、安全、环保’的‘管、

控、营’一体化”。随着世界信息产业第三次浪潮兴起,物联网技术代表了下一代信息发展的重要方向和技术领域,也有望成为支撑体育强国战略的新一代信息技术。

通过物联网感知层技术,可以随时随地感知、测量、捕获体育信息,从而实现体育信息的传输、分析与体育资源的智能化管理。传统的 IC 卡与条形码等技术,可实现体育信息的采集,如比赛门票信息的采集、传输与分析,可服务于比赛观众的管理。但随着信息技术的飞速发展,射频识别、传感器等新一代信息感知技术逐渐体现出了优势。新一代信息感知技术具有对“物”的使能作用,使得物联网技术在体育领域的进一步应用成为可能。RFID 技术对于体育场馆、体育器材等的管理具有良好的适应性,能够快捷有效地实现器材的追踪、定位和场馆的安保工作等。传感器技术,能够感知被测量信息,并按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求,在北京奥运会的场馆管理与安保工作中得到部分应用。

局域网、互联网、M2M 通信网络等通信技术将用户电子设备、体育资源和信息服务机构中收集、储存的分散信息及数据连接起来,进行多方交互和共享,以实现体育物联网的数据传输。随着各种通信技术从平行、独立地发展,逐步走向融合,如电信网、电视网、计算机网、卫星通信网络的融合,形成了新一代技术,以实现人与人、人与机器、机器与机器之间畅通无阻、随时随地的通信,可作为未来体育智能化的核心信息传输手段,实现体育信息资源共享和数据资源共享。

体域网是“基于无线传感器网络的,人体上的生理参数收集传感器或移植到人体内的生物传感器共同形成的一个无线网络”,它不仅是一种新的普适医疗保健、疾病监控和预防的解决方案,还是物联网的重要感知组成部分。体域网主要应用于健康监测、远程医疗、交互娱乐、随身视听等领域,可作为泛在化的体质健康监测系统,提供有效的信息通讯解决方案。可穿戴的体域网体质监视系统,通过生物传感器元件监测、搜集以及分析人体生理学参数,实时地监控和反馈人体的健康信号。还可以通过连接远距离体质监测研究中心系统,为被监测者发出身体的危机警告与解决方案,以帮助人体保持身体状态的最佳化。在运动医学、竞技体育训练、体育工程学等领域,体域网均可发挥重要作用。

第二节 嵌入式体育装备的发展现状

目前,随着科学技术的飞跃发展,国内外嵌入式体育装备发展迅速。基于 zigbee 技术在足球训练负荷监控系统能精确、实时的测量足球运动员在训练及比赛中的跑动距离、跑动速度等相关指标,可用来进行人员精确追踪和实时定位,可

以满足训练负荷监控系统要求。该系统具有体积小、供电时间长、数据存储容量大、定位精度高、数据及时反馈等特点,并能将收集的运动数据进行有效的动态分析,为教练员提供更加准确的训练和比赛中位移、速度、心率等相关指标及分析,为足球运动员的训练提供科学的客观数据。

可移动式数字化跑道系统以超大规模印刷电路而制成的柔性阵列触压传感器为基础,包括数据采集系统、计算分析系统及档案管理系统。可精确获得运动区域的运动员运动过程中任意时刻的足底触压信息:足底与地面接触形状(接触图像时间序列)、足底触压位移向量及时域;计算运动员的步长、步频、动作时序(着地时刻、离地时刻、腾空时间)、即时速度及某一设定区域的平均速度等;据此分析运动员的技术节奏特征。同时,该系统包含高速影像、表面肌电仪及测力台同步驱动接口,可使相关科研仪器同步运行,同步获取人体运动中的其他各项参数。

基于9轴加速度传感器的人体运动检测系统,由硬件设备、客户端、后台服务器、后台软件组成。用户使用时,只需在平常生活中像携带手机一样把硬件设备放在裤袋即可,不会干扰其行为。后台软件基于Google的Android操作系统,提供了动作识别算法和运动信息提取算法,能够长期分析与记录个人的运动信息(包括步数、路程、能量),从而了解个人的运动状况,甚至健康情况。

“鹰眼”技术存在的意义在于克服人类观察能力上存在的极限和盲区,帮助裁判作出精确公允的判断结果。这项技术允许球员在一些争议球的时候对裁判的判决提出异议,要求“鹰眼”回放,裁判、球员和现场观众可以立刻从现场的大屏幕上看到电脑模拟的慢动作回放,系统还可以显示比赛中的争议球压线与否。该系统由8个或者10个高速摄像头、4台电脑和大屏幕组成。首先,借助电脑的计算把比赛场地内的立体空间分隔成以毫米计算的测量单位;然后,利用高速摄像头从不同角度同时捕捉网球飞行轨迹的基本数据;再通过电脑计算,将这些数据生成三维图像;最后利用即时成像技术,由大屏幕清晰地呈现出网球的运动路线及落点。从数据采集到结果演示,这个过程所耗用的时间不超过10秒钟。

起跑犯规监测仪通过与起跑器相连接的感应器,检测出运动员起跑时腿蹬压起跑器时的压力变化指数,从而判定运动员的起跑是否犯规。它可以将运动员起跑时对起跑器的压力变化波形显示在屏幕上,当出现运动员起跑犯规时(运动员的起跑反应时小于100/1000s),在操作台屏幕上会亮灯显示,并在电脑屏幕的相关道次上显示犯规符号,使发令员和召回发令员能及时召回运动员,并对起跑犯规负有责任的运动员进行判罚。本装置能够打印运动员起跑的1/1000s反应时,起跑监测仪的使用,能有效地帮助发令员对运动员的起跑犯规作出客观、公正的裁决。

体育馆电子显示系统不仅仅是简单的播放既定内容,更是一个综合各种比赛的计分、图文、标语、视频等多媒体播放及运动员背景资料管理为一体的资讯管理

中心,注重信息的同步与综合。体育馆 LED 显示系统由多台计算机系统构成,分别是主机、局域网、控制器和大屏显示器,所有系统使用局域网相连,裁判席、比赛计时器、电子屏幕均作为一个终端链接到同一个局域网上,实现实时信息与本地硬盘信息的灵活组合播放,在时间组合和空间组合上满足多样化的需求,达到资讯管理共用、控制方式简捷、便于系统扩充和维护。显示屏是由 $N \times M$ 个显示器(背投显示)单元拼接而成,根据实际需要,显示面积可不断扩充。整个系统可以看成是一台显示来自计算机的多种图文、视频信息的巨型 LED 显示屏。

第三节 体育装备嵌入式技术的定义

体育装备嵌入式技术,是一种用于控制、监控或协助体育器材和设备正常运转的计算机应用技术。通常,嵌入式体育装备以计算机技术为基础,软硬件可裁剪。若将整个装备视为一个系统,该系统以应用为中心,由硬件层、中间层、系统软件层和应用软件层组成。

本书将着重介绍嵌入式技术在体育装备方面的应用。

第二章 嵌入式开发工具的使用

单片机和嵌入式系统是一个硬件和软件相结合的系统。在设计开发嵌入式系统时,不仅需要电路等硬件部分,而且还要有程序的支持运行才能实现系统的功能。在系统程序的编写、电路图的绘制和系统调试过程中,软件的使用是不可缺少的一部分。熟练地掌握常用软件的使用,在嵌入式系统学习、开发过程中将起到事半功倍的效果。

本章主要介绍单片机和嵌入式系统开发中常用的一些软件:KEIL、Proteus、Atmel 89C51 程序下载软件、Visual Studio 2008 和 SQL Server 2005。

第一节 Keil 软件的应用

以下以 Keil C 7.02, μ Vision2 V2.32 为例,讲解创建一个工程并编译的流程。

1. 打开如图 2-1 所示的 μ Vision2 工作界面

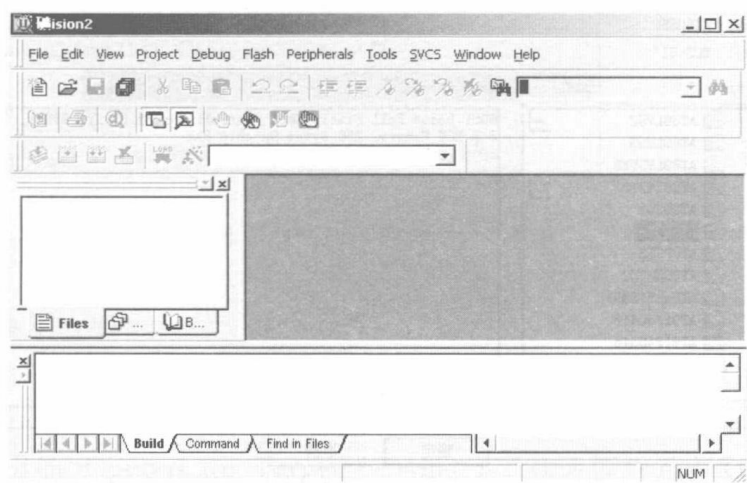


图 2-1 μ Vision2 工作界面

2. 新建工程

菜单【Project】→【New Project】选择工程存放的路径,并输入工程文件名,然后点“保存”,如图 2-2 所示。

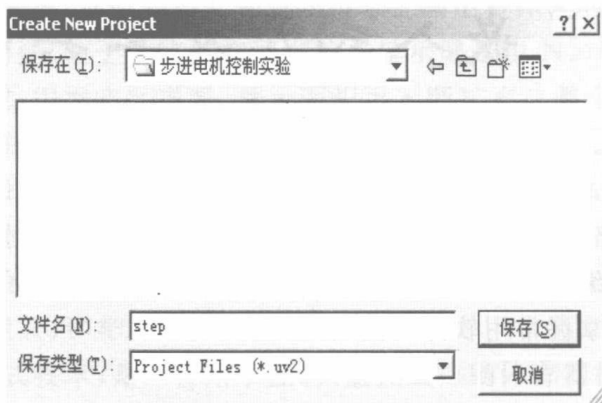


图 2-2 工程存放路径

3. 进入器件选择界面

图 2-3 所示的树列表框内选择“Atmel”→“AT89S52”,然后点击“确定”完成器件选择。

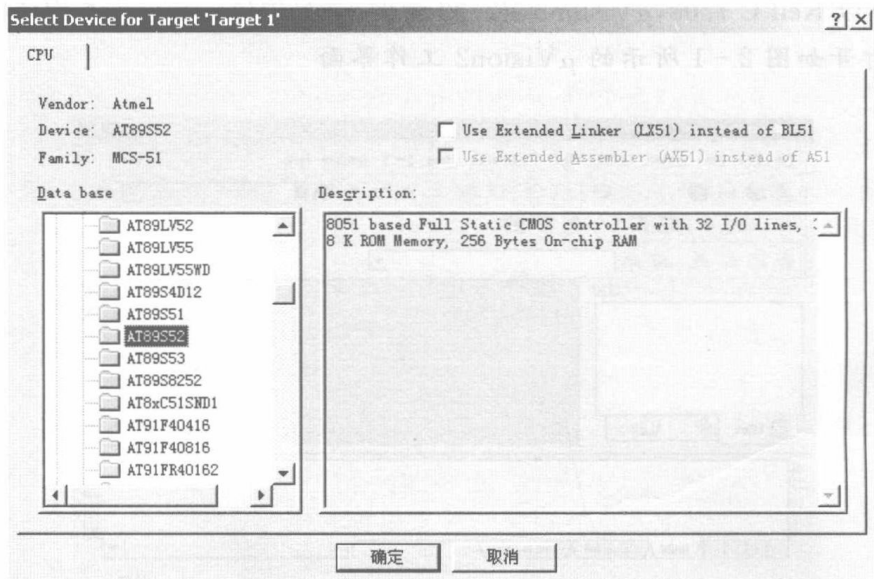


图 2-3 器件选择界面