

51 单片机应用系统软件抗干扰初探

王 刚

(呼和浩特市党校, 内蒙古 呼和浩特 010010)

摘 要: 文章主要从实际应用的角度阐述单片机系统软件抗干扰的具体实现方法。

关键词: 单片机; 软件; 抗干扰; 指令集

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-6921(2009)07-0167-02

随着单片机在各个领域应用愈来愈广泛, 单片机应用系统的可靠性越来越成为人们关注的一个重要课题。单片机应用系统的可靠性是由多种因素决定的, 其中系统的抗干扰能力是系统可靠性的重要指标。由于51系列单片机的指令系统是复杂指令集结构, 致使其抗干扰性能不高, 尤其用在工业控制的场合, 如果不增加额外的抗干扰措施, 甚至无法正常工作。要提高单片机系统的抗干扰性能无非是从硬件和软件两个方面加以考虑。硬件系统是单片机系统稳定工作的根本, 经常采用的方法有: 改善系统的布局、布线; 采用光电耦合器以提高强电与弱电的隔离度; 在电源变压器的初级增加滤波器; 增加“硬件看门狗”等等。硬件抗干扰设计的缺点是增加了系统的复杂性, 提高了硬件成本, 而软件抗干扰设计在不增加系统复杂性, 不提高硬件成本的前提下, 同样可以在很大程度上提高系统的稳定性。

51系列单片机的指令包括单字节、双字节和三字节指令, 双字节和三字节指令包含操作码和操作数两部分。当单片机受到严重干扰时, 程序计数器PC因干扰而改变, 程序便脱离正常轨道“乱飞”, 如果“飞”到单字节指令或双字节、三字节指令的操作码上, 此时程序将沿错误的轨道执行而出错, 称这种“跑飞”为“第一类跑飞”。当“飞”到某双字节或三字节指令的操作数上, 误将操作数当作操作码而执行, 程序将出现严重错误, 称这种“跑飞”为“第二类跑飞”。无论是前一种情况还是后一种情况, “跑飞”的程序执行结果将是无法预料的。“第一类跑飞”在执行一段错误程序之后还有可能回到正常轨道, 但是“第二类跑飞”不可能再回到正常轨道了, 往往是以进入“死循环”而告终, 本文主要从实际应用的角度阐述单片机系统软件抗干扰的具体实现方法。

1 单片机软件抗干扰设计的主要方法

软件抗干扰设计的主要目的就是及时发现程序的“跑飞”, 并及时地将程序拉入正常轨道, 主要方法有: 指令冗余、软件“看门狗”、软件“陷阱”、程序“跑飞”拦截等等。

1.1 指令冗余

CPU取指令过程是先取操作码, 再取操作数。在程序的关键地方人为的插入一些单字节指令, 或将有效单字节指令重写称为指令冗余, 通常是在双字节指令和三字节指令后插入两个字节以上的

NOP指令。这样即使跑飞程序飞到双字节指令和三字节指令操作数上, 由于空操作指令NOP的存在, 避免了后面的指令被错误地执行, 为程序纳入正轨做好准备。此外, 对系统流向起重要作用的指令, 如RET、RETI、LCALL、LJMP、JC等, 可以在这些指令之前插入两条NOP指令, 可将跑飞程序纳入正轨, 以确保这些重要指令的执行。

指令冗余只能使CPU不再将操作数当作操作码错误地执行, 却不能主动地将程序的错误执行方向扭转过来, 要想纠正程序的错误执行方向, 就需要下面的技术。

1.2 软件“看门狗”技术

跑飞的程序在执行一些错误操作之后, 经常会进入“死循环”, 也就是常说的“死机”。通常采用“看门狗”技术使程序脱离“死循环”, “看门狗”技术可由硬件实现, 也可由软件实现。硬件“看门狗”技术这里不再赘述, 软件“看门狗”技术的原理是通过不断检测程序循环运行时间, 若发现程序循环时间超过最大循环运行时间, 则认为系统陷入“死循环”, 需要进行出错处理。

在实际应用中, 通常用定时中断服务程序定时地检查主程序的运行情况。例如, 在RAM区选择一个字节作为软件看门狗寄存器, 主程序每循环一次将该寄存器加1, 定时器T0的中断服务程序每中断一次将该寄存器减1并检查一次, 如果程序执行正常, 看门狗寄存器不会改变或改变不大, 如果看门狗寄存器发生了改变或改变很大, 则说明系统陷入“死循环”, 需要进行出错处理。

在工业应用中, 严重的干扰有时会破坏中断方式控制字, 关闭中断, 造成看门狗失效, 这时可以采用环形中断监视系统。用定时器T0监视定时器T1, 用定时器T1监视主程序, 主程序监视定时器T0。采用这种环形结构的软件“看门狗”具有良好的抗干扰性能, 大大提高了系统可靠性。对于需经常使用T1定时器进行串口通信的测控系统, 则定时器T1不能进行中断, 可改由串口中断进行监控(如果用的是MCS-52系列单片机, 也可用T2代替T1进行监视)。当然, 对主程序最大循环周期、定时器T0和T1定时周期应予以全盘合理考虑。

软件“看门狗”技术需要使用定时器, 而在大多数的控制程序中, 定时器都是紧俏的资源, 这就使软

件“看门狗”技术的实际应用受到了限制,可以采取一些技巧性的处理,将软件“看门狗”程序与其他定时程序复用同一个定时器,这样既完成定时功能又完成软件“看门狗”的功能。

1.3 软件“陷阱”

通常在程序存储器中未使用的EPROM空间填入空操作指令NOP(00H),最后再填入一条跳转指令,跳转到跑飞处理程序,或者直接填入指令LJMP 0000H(020000),当跑飞程序落到此区,即可在执行一段空操作后转入正轨。如果未使用的EPROM空间比较大,可以均匀地填入几条跳转指令,这种几条空操作指令加一个跳转指令的结构称之为“软件陷阱”。软件陷阱的一般结构为:

NOP;

NOP;

LJMP FLY;FLY为跑飞处理程序。

如果程序正常执行,软件陷阱部分是永远也执行不到的,只有在程序跑飞到陷阱里,软件陷阱会立刻将程序跳转到正常轨道。即使程序没有跑飞到陷阱里,也可以在程序执行一段错误操作后遇到一个软件陷阱,从而转入正轨。

除了程序存储器的空白区,程序的数据表结尾也应该设置软件陷阱,如果数据表比较大,应该在数据表的中间也设置软件陷阱,以保证程序跑飞到数据区能及时转入正轨。另外,如果程序存储器的空间足够的话,可以在每两个子程序中间设置一个软件陷阱。当使用的中断因干扰而开放时,在对应的中断服务程序中设置软件陷阱,能及时捕获错误的中断。如某应用系统虽未用到外部中断1,外部中断1的中断服务程序可为如下形式:

NOP;

NOP;

RETI。

返回指令可用“RETI”,也可用“LJMP FLY”,用“LJMP FLY”作返回指令可直接进入故障诊断程序,尽早地处理故障并恢复程序的运行。软件陷阱的数量要根据实际受到干扰的情况和程序存储器的容量来确定,如果太少不能进行有效的跑飞拦截,如果太多又会占用大量的程序存储器空间。

1.4 设置程序运行标志,拦截“跑飞”程序

单片机程序的结构一般都是由一个上电复位初始化程序、一个主程序、几个中断服务程序和若干子程序组成的,51系列单片机的RAM区中有一个位寻址区,可以在位寻址区中设立一些标志位,这些标志位分别代表不同的程序模块,一个字节可以对应8个程序模块。当某个程序模块正在执行时,对应的标志位置1,不执行时对应的标志位置0,就可以知道当前正在执行的程序是哪一个模块,当标志位的值与正在执行的程序模块不一致时,可以肯定程序出现了“跑飞”,需要尽快进行错误处理,通过进一步的检查还可以知道程序是从哪个模块“飞”过来的。

举一个简单的例子来说明拦截“跑飞”程序的应用,在调用每一个子程序的开始将自己的标志位置1,在子程序的结尾进行检查,如果自己的标志位是1,说明程序执行正常,否则程序就出现了“跑飞”,当

然在退出该子程序之前,需要将其对应标志位清零。另外我们还可以检查的复杂一些,每个程序模块在检查时,其父程序的标志位为1,其子程序的标志位一定为零,如果违背了这一原则,则程序出现了“跑飞”。

如果程序模块比较多,位寻址区不够使用,我们可以给不同的模块分配不同的代码,在RAM区选择一个特殊字节作为运行标志,当某个程序模块正在执行时,将该特殊字节赋值为该模块的代码,这样一个RAM字节就可以对应256个程序模块。需要注意的是,在调用子程序时必须先将运行标志压入堆栈,因为此时父程序也在执行。然后将运行标志设置成子程序的代码,在该子程序退出之前检查运行标志,并将父程序的代码从堆栈里弹出,赋值给运行标志。由以上的内容可以看出,当程序的结构化比较好时,这种拦截跑飞的技术可以比较容易实施。

2 经常用到的其他提高单片机系统抗干扰性能的方法

2.1 检查RAM区标志数据,及时发现严重干扰

这种方法是在RAM区中选择几个固定单元,在初始化程序中将其设置成固定的数据,如“55H”或“0AAH”等,只要程序正常运行,这些单元的内容是不会改变的。如果因为程序“跑飞”或其他干扰导致这些RAM单元中的任何单元的数据发生了变化,说明单片机系统已经受到了严重的干扰,不能可靠地运行下去了。可以在程序执行的过程中适时地检查这些RAM单元的内容,一旦发现数据改变,立刻执行LJMP 0000H语句,强制单片机复位。

2.2 刷新输出端口,排除严重干扰

当单片机系统受到严重干扰时,输出端口的状态也可能因干扰而改变,在程序的执行过程中适时地根据相关程序模块的运算结果刷新输出端口,可以排除干扰对输出端口状态的影响,使错误的输出状态及时得到纠正。可以在指定的RAM单元中保存相关程序模块的运算结果,以及输出端口当时应处的状态,在程序运行过程中根据这些RAM单元的内容去刷新输出I/O口。

2.3 输入多次采样,避免严重干扰

强烈的干扰会影响单片机的输入信号,造成输入信号瞬间采样的误差或误读,要避免干扰的影响,通常采取重复采样、加权平均的方法。

3 结束语

软件运行过程中受到的干扰是不确定的,软件抗干扰属于微机系统的自身防御行为,以上所提到的软件抗干扰的方法,都不是单独使用的,只有根据实际情况将这些方法有效地结合起来,并与硬件抗干扰措施一起使用,才能达到最佳抗干扰效果,使我们的单片机系统稳定可靠地工作。

[参考文献]

- [1] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 1996.
- [2] 戴梅萼. 微型计算机及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.

51单片机应用系统软件抗干扰初探

作者: [王刚](#)
 作者单位: [呼和浩特市党校, 内蒙古, 呼和浩特, 010010](#)
 刊名: [内蒙古科技与经济](#)
 英文刊名: [INNER MONGOLIA SCIENCE TECHNOLOGY AND ECONOMY](#)
 年, 卷(期): 2009, (7)
 引用次数: 0次

参考文献(2条)

1. [胡汉才](#) [单片机原理及其接口技术](#) 1996
2. [戴梅萼](#) [微型计算机及其应用](#) 1991

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [吴慧芳, 陆茵](#) [“单片机原理及应用”课程设计引入Proteus软件的实践 - 中国电力教育2009\(2\)](#)

本文提出了“单片机原理及应用”课程设计中引入Proteus仿真软件的课程改革思路,并且加以初步实施,事实证明,实验资源不足的情况下,用Proteus软件与Keil uVision开发软件联合起来,进行仿真调试,可较好反馈设计成果,与工程实际最为接近,能够激发学生的兴趣和创造力,取得较好的效果。

2. 学位论文 [王松](#) [基于VC的单片机软件式开发平台](#) 2006

此文介绍的是“基于VisualC++的MCS51系列单片机软件式开发平台”的设计方法以及有关的技术问题。该平台为单片机仿真系统,提供了一个MCS51单片机汇编语言的软件设计环境,能在计算机上实现对MCS51单片机的硬件模拟、指令模拟和运行状态模拟。用户在使用该软件的时候,就像是使用真实的单片机一样。该平台可以为工程项目的完成设计出一个较完整的程序雏形,待硬件电路板开发完成后,只需对一些细节进行处理就可以完成项目的设计,从而使一个工程项目的开发周期大大缩短。“基于VisualC++的MCS51系列单片机软件式开发平台”的设计基于VisualC++的MFC编程机制。它向用户提供了一个可视化的汇编语言集成编译环境,提供了汇编语言的编辑、编译、电路显示和寄存器监控等功能。该平台的开发过程体现了VisualC++的MFC编程机制。文章着重讲解了如何实现MCS51系统单片机内核的VisualC++编程方法。课题从单片机内部结构的仿真开始,依据数据结构理论论对单片机的结构特点,建立各个关键硬件模块的仿真载体,并通过这些载体进一步对单片机整个指令进行了全面的仿真,实现了所有汇编语句的仿真运行。因为指令系统、ROM和RAM是该仿真软件的精华,所以文章对它们的仿真作了非常详细的讲解。实验证明,VisualC++编程环境对单片机系统仿真软件的设计提供了有力的功能保证,并能够满足MCS51单片机仿真的快速性、实时性和算法复杂性的要求。软件不仅实现了单片机的硬件仿真,还实现了软件系统的仿真,达到了取代绝大部分单片机系统功能的目的,运行效果令人满意,使用户不必担心仿真系统是否有限制而可以随意编辑汇编语句,并能顺畅运行。

3. 期刊论文 [方倩, 刘莹, FANG Qian, LIU Ying](#) [无线单片机汇编与C语言比较和全速软件断点 - 信息技术2007\(12\)](#)

无线单片机C语言和汇编语言各有所长。无线单片机内存容量极小,而且不同型无线单片机收发硬件结构各不相同,因此C语言时常表现出很多不足之处(如C语言良好的可移植性在不同无线单片机间并不存在)。首先对无线单片机的汇编语言和C语言进行比较,说明汇编语言具有相当大的优势,接着提出改进汇编语言可交叠式模块编程方法。最后考虑至今软件断点都是极慢速的(慢100倍);现有的硬件断点方法需要很贵的硬件来支持,成本很高,为此提出低成本和高速的全速软件断点方法。采用CPLD芯片实现的nRF24E1外围电路,完成键盘扫描、显示、收发控制和信息存储。多次并以nRF24E1收发的实验和调试验证了上述方法的正确性。

4. 期刊论文 [何乃味, HE Nai-wei](#) [基于Proteus软件的单片机仿真教学 - 安徽电气工程职业技术学院学报2006, 11\(1\)](#)

本文分析了传统的单片机教学中存在的诸多问题,提出了用Proteus软件来进行单片机仿真的观点。介绍了用Proteus软件进行单片机仿真的教学的制作和演示过程,总结了用Proteus软件进行单片机仿真的优点和不足。

5. 期刊论文 [郭坚, 付连芳, 武莹, Guo Jian, Fu Lianfang, Wu Ying](#) [基于8051单片机的星载软件中断服务程序设计 - 计算机测量与控制2007, 15\(8\)](#)

8051系列单片机在卫星上的应用非常广泛,在基于8051单片机的软件中,中断服务程序往往发挥着关键作用;这里对8051中断系统进行了介绍,并结合具体实例阐述了基于8051单片机的星载软件中断服务程序的设计方法,重点从中断寄存器初始化、中断响应、中断处理、中断返回等几个方面介绍了进行中断服务程序设计时的注意事项和一些经验体会;这些方法和经验已在多颗星载设备上应用,具有一定的应用价值。

6. 期刊论文 [刘刚, 潘玉安](#) [单片机应用系统的软件抗干扰措施 - 江西科学2003, 21\(4\)](#)

单片机应用系统工作环境恶劣,其抗干扰性能的好坏对自身的稳定运行至关重要。本文分析了软件抗干扰的特点,并针对干扰对系统软件的影响,给出了相应的软件抗干扰措施,其中包括数字滤波,软件容错,数据冗余,软件狗,指令复执,多重动作等。实践证明,这些软件抗干扰措施对提高单片机应用系统的稳定运行有很大帮助。

7. 学位论文 [马东斌](#) [MCS-51单片机智能反汇编软件的研制](#) 1998

文章首先分析了反汇编所要解决的问题,指出了区分指令和数据是反汇编工作的核心内容,紧接着阐述了MCS-51单片机智能反汇编的基本原理。然后,文章着重从理论和实践两方面详细介绍了MCS-51单片机智能反汇编软件-DASM51软件的设计,使得DASM51软件通过对后继二进制指令的处理,实现跟踪指令地址指针(即进行指令识别),通过查表指令确定数据区地址,从而完成自动地将机器码程序翻译成为汇编语言程序的过程跃然纸上,一目了然。DASM51软件系统采用了模块化的设计方式,这使得程序具有对付复杂问题所应具备的属性,也使其具有进行有效管理和维护应具备的属性,这对于软件的易理解性、易维护性和测试工作都有着重要的意义。

8. 期刊论文 [柳兆军, 李同山, 王善斌](#) [Proteus软件在单片机教学中的应用 - 黑龙江科技信息2007\(9\)](#)

介绍了Proteus软件提供的资源和工作过程,结合单片机课程内容的特点,探讨了Proteus软件在单片机教学中的运用,经实际使用取得了良好的教学效果,并以AT89C51单片机外部数据存储器的扩展给出了具体的事例。

9. 学位论文 [徐金增](#) [单片机编程仿真实验系统的设计与实现](#) 2009

单片微型计算机(MCU)经过多年的发展,在性能上有很大的进步,在型号上发展到上千种类,已经广泛应用于人类社会生活的各个领域。单片机课程已经成为高校计算机、自动化、测控以及电子信息工程等专业的重要课程。该课程是一门理论性和实践性都很强的课程,在实际教学中,应将理论教学和实验教学紧密结合。学生在掌握理论知识之余,必须通过编写程序、设计硬件电路、仿真、调试这一系列的实验过程,才能更好地掌握单片机的结构原理和应用技能。随着单片机及其接口技术的飞速发展,目前市场上供应的编程仿真实验资源并不能完全满足高校单片机课程教与学的需求,构建低成本

本、技术先进、源码公开的单片机编程仿真实验系统，对我国单片机课程的教学和单片机领域人才的培养具有重要的现实意义。 本论文结合目前教学中对单片机编程仿真实验系统的实际需求，采用模块化结构设计思想，精心设计和开发了单片机编程仿真实验系统。该单片机编程仿真实验系统由PC机端单片机编程控制软件和单片机编程仿真实验板两部分组成。PC机端的单片机编程控制软件可以自动检测到连接到单片机编程仿真实验板上的单片机，控制单片机编程器擦除、写入、读出、校验目标单片机ROM中的程序，以十六进制文件（.HEX文件）格式显示在控制界面内；单片机仿真实验系统能够把写入单片机的程序实时地运行，并呈现实际运行效果。单片机编程控制软件和单片机仿真实验板组成一个完整的单片机编程仿真实验系统。该单片机编程仿真实验系统的编程控制软件是在Visual C++ IDE环境下开发的，单片机编程仿真实验板上的MCU采用了美国Atmel公司推出的应用广泛、兼容性强、功能强大、价格低廉的AT89S系列单片机，该系列单片机内部除了集成了传统单片机的基本功能部件外，还集成了在系统可编程（ISP）功能，ISP功能为单片机的应用和产品的升级换代带来了极大方便。选择该MCU有效降低了系统的技术度和成本，同时提高了系统的可靠性。该单片机编程仿真实验系统性能稳定，综合功能极强，它集编程、仿真、实验于一体，可以进行系统全面的单片机实验项目的学习。模块化的设计思想，使单片机编程仿真实验系统各功能单独实现，利用该编程仿真实验系统，可以从原理上学习单片机编程的过程，实时查询单片机子程序库，进行本系统提供实例的仿真。能胜任学生的课程实验、毕业设计、电子设计竞赛等各个不同的实验与实践阶段，有利于实验者自主开发实验，有利于培养学生的创新精神和创造能力。文中首先论述了开发单片机编程仿真实验系统的必要性、可行性，介绍了单片机编程仿真实验系统的组成以及各个模块的设计原理和实现方法，并对论文工作重点做了说明；然后论述了模块化单片机编程仿真实验系统总体设计，主要完成了编程仿真MCU选型、系统功能描述、总体逻辑结构的设计实现以及单片机编程仿真实验系统编程控制软件的实现；全文分三个模块对单片机仿真实验系统进行介绍，即：编程控制部分、子程序查询部分和编程仿真实验部分。阐述了单片机编程仿真实验板的设计，包括编程器设计、ISP在线编程功能设计、以及基本仿真实验模块部分的设计，对各部分的工作原理进行了说明，给出了具体的硬件电路连接原理图；最后论述了利用该系统改进单片机实验教学的方法，通过一些具体的实验，介绍了单片机编程仿真实验系统的操作实验过程并对本文作了系统总结。

10. 期刊论文 [夏美云. 邢文生 用PDIUSB12和单片机设计智能USB软件狗 -焦作大学学报2004, 18\(1\)](#)

文章提出了一种低成本USB软件狗的设计方案，介绍了用PDIUSB12和单片机设计智能USB软件狗的软硬件以及USB软件狗技术的优点、软件狗和主机之间的数据交换、软件狗的加解密技术。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nmgkjyjj200907085.aspx

下载时间: 2010年1月6日