

嵌入式系统内存检测分析

符冬阳

(中兴通讯股份有限公司 南京研究所,江苏 南京 210012)

摘要: 在大部分嵌入式系统中,内存的好坏主要依赖于内存芯片厂家的检测,对系统运行中出现的内存偶然故障,缺乏有效的检测手段。对嵌入式系统中内存检测的各个阶段、内存检测方式以及全空间检测方法等进行了详细描述。

关键词: 嵌入式系统;内存检测

中图分类号: TP332

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)21-0026-02

Analysis of memory testing in embedded system

Fu Dongyang

(R&D Center in Nanjing, ZTE Corporation, Nanjing 210012, China)

Abstract: In most of embedded system, memory testing mainly relies on the manufacture. There is less methods to find the reason of occurrent memory fault. This paper proposes a whole procedure and methods of memory testing, and also the whole space testing methods.

Key words: embedded system; memory test

嵌入式系统中内存芯片种类繁多,其访问方式、时序要求和初始配置并不完全相同,不同芯片的稳定工作温度等也不一样,甚至同型号不同批次的芯片的特性还不一样。这导致嵌入式系统开发者在内存芯片的兼容性开发、生产检测和运行时监测上需要耗费很多的精力。内存问题小则影响到业务功能,大则影响到系统运行,如何提供一套完整的内存检测手段,及时甄别出坏的内存非常重要,本文就对嵌入式系统的内存检测做一些探讨。

1 典型的嵌入式系统

典型的嵌入式系统框图如图 1 所示。图 1 中的 BOOT Flash 用于存放 BOOT 版本,BOOT 版本实现嵌入式系统的基本初始化,并实现业务版本的加载;Version Flash 用来存放业务版本;SDRAM/DDR 作为 BOOT 版本、业务版本运行时使用的内存,也是本文描述的检测对象。网口、串口用来作为版本加载、调试通道、管理通道等;其他接口和设备根据具体的嵌入式系统应用而不同,如交换芯片、显示控制芯片和 FPGA 等。

2 内存的检测场景

嵌入式设备的内存检测可以存在于以下几个阶段:



图 1 典型的嵌入式系统框图

(1) 生产中检测:在出厂前进行检测,包括数据线、地址线测试,基本读写测试,强化测试,高低温测试等,生产中的检测本文不做深入描述;

(2) 上电自检:在嵌入式系统上电过程中,各种业务还未正式启动,对内存的检测可以比较全面;

(3) 运行中检测:业务正常运行起来后,内存已在使用中,只能对未使用的内存空间做例行检测。

对内存的上电自检及运行中检测,都是处在实际应用中,本文重点描述这部分检测的实现。

3 内存检测方案

在业务运行阶段,内存已被部分使用,这个时候无法检测到整个内存空间的好坏,为了使内存存在应用环境能做到完整检测,需要利用 BOOT 阶段协助检测内存。

首先有必要了解嵌入式系统的 BOOT 过程,如图 2 所示。

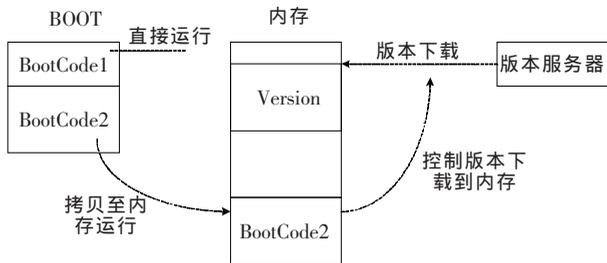


图2 BOOT过程示意图

BOOT 代码存在 BOOT Flash 中,一般分为 BootCode1 和 BootCode2 两部分。BootCode1 在 BOOT Flash 中直接运行,完成内存的基本初始化、拷贝 BootCode2 到内存运行。BootCode2 也可能压缩过,这种情况下,BootCode1 运行时还必须先解压 BootCode2 再拷贝至内存。BootCode2 承担了网口初始化、下载业务版本的功能。

在业务版本 Version 起来后,运行它所占用的内存无法测试到,本文考虑在 BOOT 阶段对这块区域进行测试。而当 Version 运行起来后,就可以对未使用的空间作常规测试,包括原来 BootCode2 所在的空间(因为 Version 起来后,BootCode2 代码已没有意义)。

具体的测试方案为:

- (1)采用一片 EEPROM 记录内存测试结果、测试要求等;
- (2)BOOT 阶段根据 EEPROM 中的测试要求进行内存检测,再将结果写入 EEPROM 中;
- (3)业务版本运行阶段,可以读出 BOOT 阶段的内存检测结果,如果异常可产生告警等;
- (4)后台服务器以及业务版本可以设置内存检测类型,确定是做简单测试还是复杂测试,并写入 EEPROM,以指导下次 BOOT 选择合适的内存检测类型。

详细的测试流程如图 3 所示。

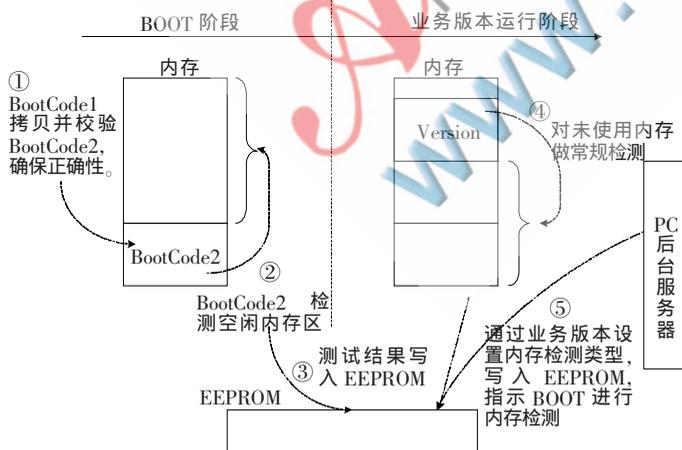


图3 内存检测流程

(1)BootCode1 拷贝 BootCode2 到内存之后,会进行版本校验,判断 BootCode2 的正确性,间接检测了

BootCode2 运行的内存空间,确保 BootCode2 能够正常运行,如果出错,可通过指示灯等告警,提示用户检查硬件。

(2)BootCode2 正常运行后,从 EEPROM 中读取内存检测标志,确定做简单内存测试,还是强化内存测试(嵌入式系统对上电时间有严格要求,为保证迅速启动,一般采用简单内存测试)。

(3)BootCode2 检测到错误,可通过指示灯等告警,并将检测结果写入 EEPROM,业务版本初始化期间可读出该结果,如果有错,不会继续往下执行,直接告警。

(4)业务版本能正常起来的情况下,可以对空余内存做检测。

(5)在业务版本运行中,可以根据需要设置内存强化检测,会填写检测标志到 EEPROM 中,并重启系统,触发 BOOT 中进行内存全检,并将检测结果反馈给后台服务器。对 EEPROM 里数据格式定义如图 4 所示。



图4 EEPROM数据格式定义

4 具体测试类型分析

内存检测的具体类型主要考虑如下几种:

- (1)基本的数据线、地址线测试。对某几个特定地址读写特定数据,这种检测方式速度快,适用于常规测试,可在系统默认情况下执行。
- (2)跳检测试。比如每 1 KB 区间检测 4 B,采用特征数据进行读写测试,特征数据如 0x00000000、0xFFFFFFFF、0x55555555、0xaaaaaaaa 等。
- (3)强化测试。借鉴开源测试方法 memtest86+,利用各种算法进行内存的全方位测试,这种测试耗时长,根据 CPU 频率不同,内存大小不同,测试时间可能以小时计,这种测试只在首次使用时,或者作设备巡检时选择执行。

对内存检测结果的分析,可以用来筛选内存芯片,指导内存芯片的选型,判断哪些批次的好坏。可以在检测结果里增加内存型号记录、检测当时的环境温度等,作进一步的分析,可以更好的协助芯片选型、批次分析及设计改进。

参考文献

- [1] Wind River. Tornado BSP Training Workshop[Z]. 1998.
- [2] <http://www.memtest.org/>, 2012-05-01.

(收稿日期:2012-05-07)

作者简介:

符冬阳,男,1976年生,硕士,主要研究方向:嵌入式应用。