

## 先进计算

### 利用冗余核的MPSoC故障检测方法

唐柳<sup>1,2,3</sup>, 黄樟钦<sup>2</sup>, 侯义斌<sup>2</sup>, 方凤才<sup>1,3</sup>, 张会兵<sup>4</sup>

1. 广西师范学院 物理与电子工程学院, 南宁 530023;
2. 北京工业大学 计算机学院, 北京 100124;
3. 广西师范学院 物理与电子工程学院, 南宁 530023;
4. 广西可信软件重点实验室(桂林电子科技大学), 广西 桂林 541004

**摘要:** 在处理器可靠性研究中,为在容错机制部署与容错开销之间达到较好的平衡,提出一个利用冗余核进行检测代码计算任务的多处理器片上系统(MPSoC)故障检测方法。该方法利用多核系统天然的冗余特性,将用于进行故障检测的冗余代码中的大部分计算任务转移到冗余核中进行,检测软件控制流的正确性和数据的一致性,实现MPSoC的故障检测。所提方法无需添加额外硬件,通过指令级的冗余进行故障检测,可满足系统可靠性需求,同时又能减少面积开销,在性能方面和花销上做到有效的权衡。在一个MPSoC上对所提方法进行验证实验,通过故障注入,运行多个基准程序进行有效性验证,并将所提方法与几种具有代表性的软件检测硬件故障方法故障检测能力、面积、内存以及性能花销等方面进行比较,实验结果证明所提方法有效且能够在性能和花销之间取得较好的权衡。

**关键词:** 多处理器片上系统 可靠性 故障检测 冗余核 检测代码

### Fault detection approach for MPSoC by redundancy core

TANG Liu<sup>1,2</sup>, HUANG Zhangqin<sup>1</sup>, HOU Yibin<sup>1</sup>, FANG Fengcai<sup>2</sup>, ZHANG Huibing<sup>3</sup>

1. School of Computer Science, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China;
2. School of Physics and Electronic Engineering, Guangxi Teachers Education University, Nanning Guangxi 530023, China;
3. Guangxi Key Laboratory of Trusted Software (Guilin University of Electronic Technology), Guilin Guangxi 541004, China

**Abstract:** For a better trade-off between fault-tolerance mechanism and fault-tolerance overhead in processor reliability research, a fault detection approach for Multi-Processor System-on-Chip (MPSoC) that placed the calculation task of detecting code on redundancy core was proposed in this paper. The approach achieved MPSoC failure detection by placing the calculation and comparison parts of detecting code on redundancy core. The technique required no additional hardware modification, and shortened the design cycle while reducing performance and memory overheads. The verification experiment was implemented on a MPSoC by fault injection and running multiple benchmark programs. Comparing several previous methods of fault detection in terms of capability, area, memory and performance overhead, the experiment results show that the approach is effective and able to achieve a better trade-off between performance and overhead.

**Keywords:** Multi-Processor System-on-Chip (MPSoC) dependability fault detection redundancy core detecting code

收稿日期 2013-07-15 修回日期 2013-09-04 网络版发布日期 2014-02-14

DOI: 10.11772/j.issn.1001-9081.2014.01.0041

基金项目:

国家自然科学基金资助项目; 认知无线电与信息处理(省部共建)教育部重点实验室开放课题; 广西自然科学基金资助项目; 广西可信软件重点实验室项目; 广西教育厅高校科研项目

通讯作者: 唐柳

**作者简介:** 唐柳(1977-),女(瑶族),广西大化人,讲师,博士研究生,主要研究方向:微处理器系统可靠性;黄樟钦(1965-),男,浙江绍兴人,教授,博士,主要研究方向:嵌入式软硬件协同设计、人机交互;侯义斌(1953-),男,陕西武功人,教授,博士,主要研究方向:嵌入式软件与系统、人机交互;方凤才(1973-),男,广西南宁人,讲师,主要研究方向:电路设计、电子产品;张会兵(1976-),男,河南南阳人,讲师,博士,主要研究方向:可信计算、物联网。

作者Email: tangliugx@163.com

## 扩展功能

### 本文信息

- ▶ Supporting info
- ▶ PDF(737KB)
- ▶ [HTML全文]
- ▶ 参考文献[PDF]
- ▶ 参考文献

### 服务与反馈

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ 引用本文
- ▶ Email Alert
- ▶ 文章反馈
- ▶ 浏览反馈信息

### 本文关键词相关文章

- ▶ 多处理器片上系统
- ▶ 可靠性
- ▶ 故障检测
- ▶ 冗余核
- ▶ 检测代码

### 本文作者相关文章

- ▶ 唐柳
- ▶ 黄樟钦
- ▶ 侯义斌
- ▶ 方凤才
- ▶ 张会兵

### PubMed

- ▶ Article by Tang, I
- ▶ Article by Huang, Z. Q
- ▶ Article by Hou, X. B
- ▶ Article by Fang, F. C
- ▶ Article by Zhang, H. B

## 本刊中的类似文章

1. 杨玉星 王世英.k元n立方网络的k圈排除问题的递归算法[J]. 计算机应用, 2013,33(09): 2401-2403
2. 任秀丽 王伟勇.基于空间分辨率的无线传感网节点调度策略[J]. 计算机应用, 2013,33(08): 2108-2111
3. 徐奕昕 白焰 赵天阳 王仁书.泊松分布下无线传感器网络多目标覆盖控制[J]. 计算机应用, 2013,33(07): 1820-1824
4. 胡吉晨 黄国勇 邵宗凯 王晓东 邹金慧.基于独立子空间算法与集成策略的仪表微小故障诊断方法[J]. 计算机应用, 2013,33(07): 2063-2066
5. 据小明 张皆浩 张逸中.基于FPGA实时错误检测技术[J]. 计算机应用, 2013,33(05): 1459-1462
6. 刘凯 行双双.基于可靠性度量排序的 $\lambda$ -广义球形解码算法[J]. 计算机应用, 2013,33(04): 923-925
7. 侯雪梅 刘伟 高飞 李志博 王婧.基于群智能的模糊多目标软件可靠性冗余分配[J]. 计算机应用, 2013,33(04): 1142-1145
8. 郭荣佐 黄君.嵌入式实时控制系统软件可靠性建模与应用[J]. 计算机应用, 2013,33(02): 575-578
9. 张涵 张建标 林莉.面向半分布式P2P系统的可靠节点交换机制[J]. 计算机应用, 2013,33(01): 4-7
10. 田宁 范玉刚 吴建德 黄国勇 王晓东.单向阀的小波包核主元分析故障检测[J]. 计算机应用, 2013,33(01): 291-294
11. 王伟龙 马满福.基于信任机制的一种无线传感器网络簇头选举算法[J]. 计算机应用, 2012,32(10): 2696-2699
12. 田心记 宋成.数字网络编码的正交协作方案[J]. 计算机应用, 2012,32(08): 2116-2122
13. 乔辉 周雁舟 邵南.基于学习向量量化神经网络的软件可靠性预测[J]. 计算机应用, 2012,32(05): 1436-1438
14. 郑长友 刘晓明 黄松.基于蚁群算法的软件可靠性模型参数估计方法[J]. 计算机应用, 2012,32(04): 1147-1151
15. 郭荣佐 黄君 王霖.基于Markov链的嵌入式系统硬件可靠性研究[J]. 计算机应用, 2012,32(04): 1152-1156
16. 杨光 周敬利 熊婷 姬厚灵.基于随机丢包网络的网络存储系统故障检测方法[J]. 计算机应用, 2012,32(03): 795-799
17. 董继光 陈卫卫 田浪军 吴海佳.大规模云存储系统副本布局研究[J]. 计算机应用, 2012,32(03): 620-624
18. 葛君伟 李志强 方义秋.云存储环境下基于分散式服务器的Erasure Code算法[J]. 计算机应用, 2011,31(11): 2940-2942
19. 吕堂祺 黄宁 贾晓光 王东.面向服务架构软件实现前的可靠性评价方法[J]. 计算机应用, 2011,31(09): 2436-2439
20. 黄国荣 彭兴钊 郭创 程洪炳.基于GPS/SINS紧耦合系统的新息外推法[J]. 计算机应用, 2011,31(08): 2289-2292
21. 张晓南 刘安心 刘斌 张宏梅 青星.基于优化PSO-SVM模型的软件可靠性预测方法[J]. 计算机应用, 2011,31(07): 1762-1764
22. 韩炫 雷航.考虑环境因素的软件可靠性增长模型[J]. 计算机应用, 2011,31(07): 1759-1761
23. 沈雅芬 黄宁 彭永义.OWL-S模型转化为重写逻辑模型的方法[J]. 计算机应用, 2011,31(06): 1491-1494
24. 孟江涛 卢显良.虚拟机监控器Xen的可靠性优化[J]. 计算机应用, 2010,30(9): 2358-2361
25. 孟海宁 刘建军.基于粗糙小波网络应用服务器老化预测模型[J]. 计算机应用, 2010,30(8): 2024-2028
26. 李权 鄢萍 贺晓辉.高可靠性的嵌入式软件现场更新方法[J]. 计算机应用, 2010,30(8): 2228-2231
27. 楼俊钢 江建慧.软件失效时间数据相关性研究[J]. 计算机应用, 2010,30(3): 600-602
28. 蔡少杰 林亚平 易叶青 叶松涛.无线传感器网络基于分组协商的数字水印算法[J]. 计算机应用, 2010,30(3): 688-691
29. 熊忠阳 杨青波 张玉芳.改进PSO-BP神经网络在变压器故障检测中的应用[J]. 计算机应用, 2010,30(3): 783-785
30. 于建志 陈永生.磁浮列车自动驾驶系统控制策略及可靠性研究[J]. 计算机应用, 2010,30(12): 3419-3422
31. 张立 孟相如 张亚普.基于最小二乘模糊单类支持向量机的网络故障检测[J]. 计算机应用, 2010,30(10): 2834-2837
32. 林志雄 鄢萍 贺晓辉.面向嵌入式无线信息终端的在线升级方法[J]. 计算机应用, 2010,30(07): 1725-1727
33. 晁冰 徐仁佐.基于LSSVRM和SA算法的软件失效模型[J]. 计算机应用, 2010,30(06): 1648-1650
34. 王雪飞.MP\_WSMN数据融合权重 $\mu$ - $\xi$ 的高QoS实现[J]. 计算机应用, 2010,30(06): 1469-1471
35. 靳昂 江建慧 楼俊刚 张蕊.基于GM模型的软件可靠性建模[J]. 计算机应用, 2009,29(3): 690-694
36. 张宏斌 贾志新.基于逆向思维的系统可靠性精确分配模型[J]. 计算机应用, 2009,29(09): 2468-2470

37. 满梦华 原亮 丁国良 巨政权 宋亮.嵌入式高可靠性异构双机冗余系统的设计[J]. 计算机应用, 2009,29(08): 2143-2145
38. 赵文栋 彭来献 田畅.传感器反应网络协作机制综述[J]. 计算机应用, 2009,29(08): 2183-2187
39. 刘永 李言 李淑娟 侯晓莉 曾志斌.基于可靠性分析的MAS构建优化算法[J]. 计算机应用, 2009,29(06): 1532-1535
40. 张捷 薄煜明.基于等分采样周期的网络控制系统故障检测[J]. 计算机应用, 2009,29(05): 1248-1250
41. 侯胜利 王威 柏林 周根娜 乔丽.基于自组织免疫网络的传感器故障检测模型[J]. 计算机应用, 2009,29(05): 1426-1429
42. 周娜琴 张友生.构件软件的可靠性估算模型[J]. 计算机应用, 2008,28(6): 1630-1631
43. 黄清泉 洪沙 吴垣甫.多处理器片上系统数据队列交易级分析[J]. 计算机应用, 2008,28(4): 1049-1051
44. 滕云龙 师奕兵 康荣雷.软件可靠性组合预测模型研究[J]. 计算机应用, 2008,28(12): 3092-3094
45. 刘仲 李宗伯 阳柳.基于对象分组的集群存储系统可靠性分析模型[J]. 计算机应用, 2008,28(1): 36-38
46. 许兰 朱巧明 李培峰 贡正仙.一种基于历史信息反馈的动态服务资源选择模型[J]. 计算机应用, 2007,27(9): 2284-2286
47. 余愚 邓志平.动态数组在系统可靠性与维修性仿真中的应用[J]. 计算机应用, 2007,27(6): 1521-1523
48. 郭健彬 曾声奎 陈云霞.基于STEP的RMS信息模型研究及实现[J]. 计算机应用, 2007,27(6): 1445-1447
49. 李宝林 李志蜀 陈良银 倪建成.基于测试用例的软件可靠性分析[J]. 计算机应用, 2007,27(5): 1254-1256
50. 林泉 宋文强 田东.基于动态灰色预测的网格故障检测算法[J]. 计算机应用, 2007,27(4): 825-827
51. 张清华 钱宇 胥布工 高廷玉 谢克明.采用在自己空间变异搜索来训练检测器的阴性选择算法[J]. 计算机应用, 2007,27(3): 627-629
52. 许宁 张毅坤.基于正交分层聚类算法软件可靠性模型的预测分析[J]. 计算机应用, 2007,27(3): 635-637
53. 李薇 张凤鸣.发布订阅系统在移动Ad Hoc网络中的三种路由算法[J]. 计算机应用, 2007,27(3): 514-515
54. 原菊梅 侯朝桢 王小艺 高琳.基于包含度理论的软件可靠性多模型综合动态预计[J]. 计算机应用, 2007,27(2): 387-388
55. 吴玉美; 阮镰.软件可靠性测试的加速机理研究[J]. 计算机应用, 2006,26(6): 1449-1451
56. 赵伟 莫国庆 那宝玉 刘鹏 .基于Reed-Solomon算法的RAID机制的设计与实现[J]. 计算机应用, 2006,26(11): 2756-2758
57. 吴 勤;侯朝桢;原菊梅.基于Kohonen网络的软件可靠性模型选择[J]. 计算机应用, 2005,25(10): 2331-2333
58. 石贤良, 吴成富.双冗余飞行控制计算机系统设计与实现[J]. 计算机应用, 2005,25(09): 2163-2164
59. 吴娟, 马永强, 刘影.一种基于主备机快速切换的双机容错系统[J]. 计算机应用, 2005,25(08): 1948-1951