



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111522420 A

(43)申请公布日 2020.08.11

(21)申请号 201910046613.1

(22)申请日 2019.01.17

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 王海 唐迪娅

(51)Int.Cl.

G06F 1/20(2006.01)

G06F 30/20(2020.01)

G06F 119/08(2020.01)

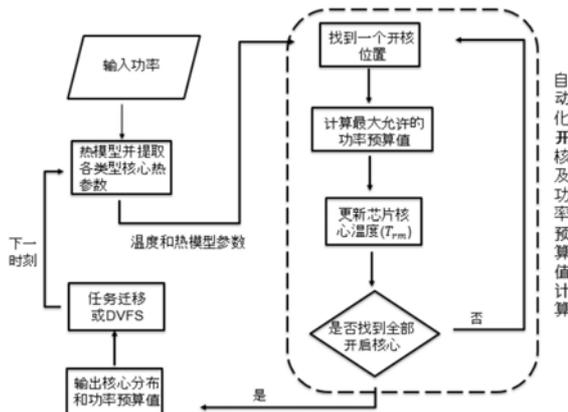
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种基于功率预算的多核芯片动态热管理方法

(57)摘要

本发明属于电子设计自动化领域,公开了一种基于功率预算的多核芯片动态热管理方法,主要针对芯片功率密度过大,温度过高以至于芯片核心不能全部开启,芯片性能降低的现状。本发明创建了一种算法,可应用于异构芯片,能动态给出芯片开核位置以及核心功率,以此实现芯片性能最大化;结合贪心算法和正交匹配追踪算法基本思想,依次找出当下芯片情况下的最优开核位置;此方法从多核芯片中读取芯片温度,再利用改进的正交匹配追踪算法贪心地寻找最大化芯片性能的核心位置,根据给出的核心位置求解QP问题得到最大化的功率预算值。本发明实现了芯片自动化核心开启,同时由于计算时耗短,可实现芯片动态管理,最大化芯片性能。



1. 一种基于功率预算技术的多核芯片动态热管理方法,其特征在于:考虑异构多核芯片系统当下的运行情况,自动给出不同功率预算值;基于贪心算法和正交匹配追踪算法进行改进,实现自动化开核管理;基于二次规划QP问题求解最大化功率预算值;针对异构芯片的分类处理。

2. 根据权利要求1所述的基于功率预算技术的多核芯片动态热管理方法,其特征在于:所述的自动给出不同情境下的功率预算值,由于芯片核心负载不同将导致温度不同,根据核心当下负载温度情况自动给出功率预算值;功率预算值随核心温度变化而变化;对比于现有的静态方法,使得所给功率值接近于实际功率值,极大提高芯片性能。

3. 根据权利要求1所述的基于功率预算技术的多核芯片动态热管理方法,其特征在于:所述的基于贪心算法和正交匹配追踪算法的改进算法,无需遍历所有开核位置组合情况,利用最大化内积寻找当下最优的开启核心位置,极大地提高了计算速度,使得算法可以实现动态管理,极大提升了芯片功率。

4. 根据权利要求1所述的基于功率预算技术的多核芯片动态热管理方法,其特征在于:所述的QP问题使得芯片处于安全运行情况下,且最大化开启核心功率预算值。

5. 根据权利要求1所述的基于功率预算技术的多核芯片动态热管理方法,其特征在于:所述异构芯片,由于核心特性不同,相同任务在不同核心上将表现出不同温度;采用对异构芯片核心分类的方法,分别找出不同类别核心的开核分布,通过比较开核后芯片性能大小确定开核种类及位置。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:所述异构芯片核心分类方法是根据Hotspot建立的热模型,从中提取出不同类别的核心模型,对其分别处理。

一种基于功率预算的多核芯片动态热管理方法

技术领域

[0001] 本发明属于电子设计自动化领域,涉及信息控制技术领域,特别涉及一种基于功率预算的多核芯片热管理方法。

背景技术

[0002] 随着工艺水平的不断提升,器件的功率密度不断增加,导致现在的高性能多核处理器温度过高。而过高的温度会对芯片造成损伤,因此出现了很多热相关的问题,比如系统可靠性问题和性能下降等问题。

[0003] 同时由于器件功率密度的增加,为确保芯片温度处于安全温度之下,多核芯片的核心不能同时全部开启,由此形成的系统称之为暗硅系统。但是,传统的动态热管理都没有考虑到暗硅系统。对于现在的多核处理器,未开启核心占总核心数目的比值超过了50%。更严重的是,随着工艺的提升,静态功耗也将提升,使得暗硅问题越发严重。当下使用8nm工艺时,暗硅面积最高可达总面积的80%,极大地降低了芯片性能。所以暗硅系统是现代多核芯片系统性能的一个主要的限制性因素。

[0004] 在现在的一些考虑暗硅系统的动态热管理方法中,主要有两种方法去实现动态热管理。一种是利用任务迁移,通过对任务的调度,将重载任务分配给温度较低的核心,而将温度较高的核心关闭或运行轻载任务。另一种方法是给出功率预算值,功率预算值是指能确保芯片核心处于安全温度下的最大功率值。利用功率预算值将温度限制转化为功率限制,但传统功率预算方法由于时间复杂度高不能实现动态自动化找核并给出其功率预算值。

[0005] 考虑到异构芯片各类型核心性能不同,相同的任务负载在不同类别核心上将产生不同的温度。传统动态热管理方法的基本思想是,当高性能核心频率低于其最低频率,则将高性能核心关闭,开启低功耗核心。显而易见,该思想未能利用不同核心的特性差异,压低了芯片性能。

[0006] 针对以上问题,提出一种能够自动化找核的多核芯片动态热管理方法是目前急待解决的问题之一。

发明内容

[0007] 为了解决上述技术中的问题,本发明提供了一种基于功率预算的多核芯片热管理方法。对于同构芯片,基于正交匹配追踪算法贪心地寻找当下最优开核位置,并求解QP问题得到最大化的功率预算值。轻易地降低了时间复杂度,使得动态管理得以实现。对于异构芯片,首先在建模时分别提取不同类别核心的热模型参数。其次,对各个类别核心分别找出该类核心的最优开核位置,对比各种开核情况的芯片性能,选出最大化性能的开核方式。该方法实现了对不同核心特性的考量,因此提高了芯片性能。

[0008] 本发明采用以下技术方案解决上述问题:

步骤一,从Hotspot中提取多核芯片热模型参数,主要是整个芯片上的热电容和热电阻

参数,建立多核芯片热模型。对于异构芯片,还需将参数进行分类,得到不同核心的热模型。

[0009] 步骤二,因为暗硅系统受到温度限制,而功率值和温度为正比关系,为最大化芯片性能需使温度逼近于极限温度。我们提出基于模型预测控制的方法去预测未来时刻的核心温度。

[0010] 步骤三,由于暗硅系统开核位置组合繁多,若遍历寻找时间复杂度高,说明了传统的功率预算方法受计算时间限制无法实现自动化找核,开核位置认为确定,这会导致开核位置与实际情况相差大,功率预算值远低于实际情况,芯片性能降低。为了克服这个问题,我们提出使用正交追踪动态功率预算算法(一种基于正交匹配追踪的贪心算法)去寻找开核位置及功率预算值,并从理论和实验上证明了该算法降低了时间复杂度,实现了芯片自动化动态找核,提高了芯片性能。

[0011] 步骤四,对于异构芯片,由于在步骤一对芯片核心进行了分别提参,后又对不同类别的核心分别选核,故需要将不同类型核心的选核结果进行对比,选择最大化芯片性能的开核位置作为最终结果。通过此步骤,我们对比了开启不同类别核心的芯片性能大小,充分利用了各核心的性能特点。

[0012] 与现有技术相比,本发明的有益结果是:基于动态功率预算的算法可以减少搜索组合数,降低时间复杂度,使得动态管理得以实现;不论是同构芯片还是异构芯片,基于动态功率预算的算法都可实现开核自动化。

附图说明

[0013] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0014] 图1为温度与功率预算值的关系图(16核芯片8开启核心所有组合情况的温度与功率预算值的关系图)。

[0015] 图2为基于功率预算的动态管理算法的流程图。

[0016] 图3为同构芯片开启核心分布图(左图为9核芯片开启5个核心;右图为16核芯片开启8个核心)。

[0017] 图4为异构芯片开启核心分布图(该芯片具有6个大核,12个小核,此图为开启6个核心时的温度图)。

[0018] 图5为基于功率预算的动态热管理方法的功率变化图(该算法给出的功率预算值与输入功率以及温度的关系图)。

具体实施方式

[0019] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实例中的附图,对本发明实例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实例是本发明一部分实例,而不是全部的实例。基于本发明中的实例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实例,都属于本发明保护的范围。

[0020] 图1为温度与功率预算值的关系图。

[0021] 在本发明实例中,对于暗硅系统芯片平均温度越高,芯片核心的功率越大。这是由于环境温度固定,芯片平均温度越高则意味着核心温度之和越高。由于核心功率和温度成正比关系,故核心功率越大。

[0022] 图2为基于功率预算的动态管理算法的流程图。

[0023] 具体而言,通过Hotspot建立的热模型结合模型预测控制方法得到当下芯片温度以及预测下一时刻温度。将当下芯片状态输入给功率预算算法。通过寻找最大内积确定开核位置,并计算当下开核位置的功率预算,同时更新芯片温度。进行循环直到找到所有开启核心的位置。最后输出开核位置以及核心功率预算值。

[0024] 图3为同构芯片开启核心分布图,可以看出该算法适应于各种核心模型,并能得到次优解甚至最优解;图4为异构芯片开启核心分布图,证实该算法可应用于异构芯片。

[0025] 图5为基于功率预算的动态热管理方法的功率变化图。

[0026] 在此实验中我们设定80℃作为芯片最高温度。随着输入功率的变化,核心温度随之变化,由此引起给出的功率预算值变化。显而易见的,当温度较低时,核心功率预算值高。随着温度升高功率预算值会下降,直至达到稳态温度。当输入功率为零,核心温度降低,算法给出的功率预算又会上升。

[0027] 本发明公开了一种基于功率预算的多核芯片动态热管理方法,以上实例对本发明进行了详细的说明,但是并不局限于此,之后依然可以对之前实例所记载的技术方案进行修改,这并不会使相应技术方案的本质脱离本发明各实例技术方案的精神和范围。

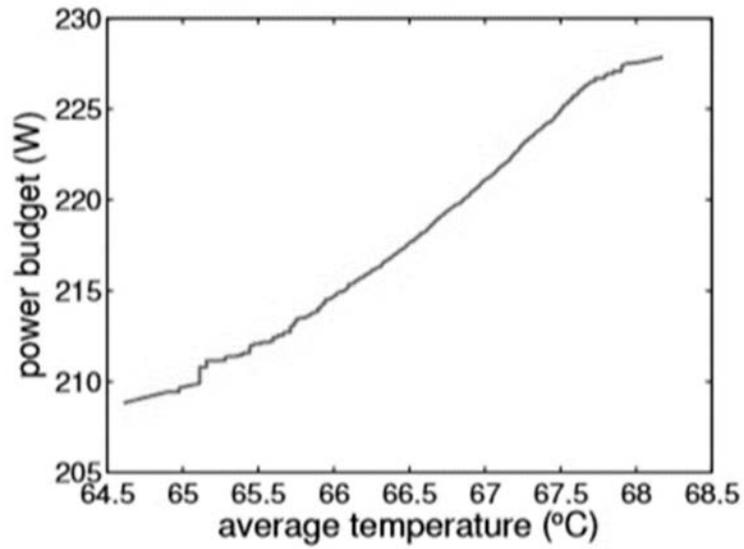


图1

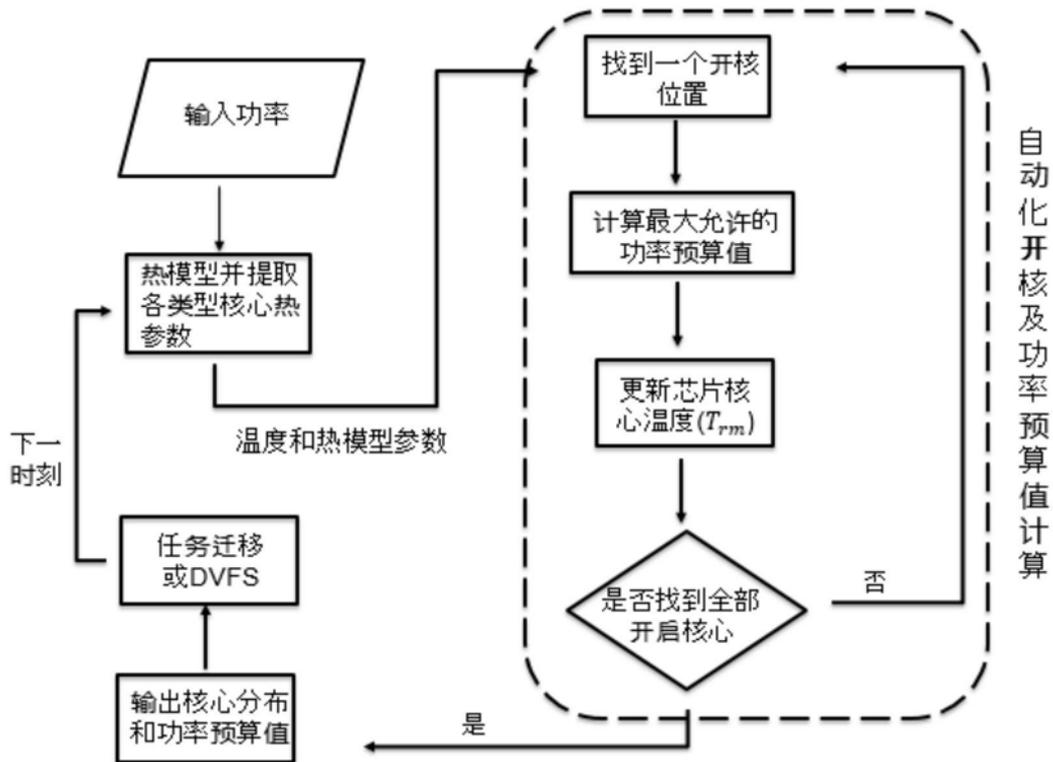


图2

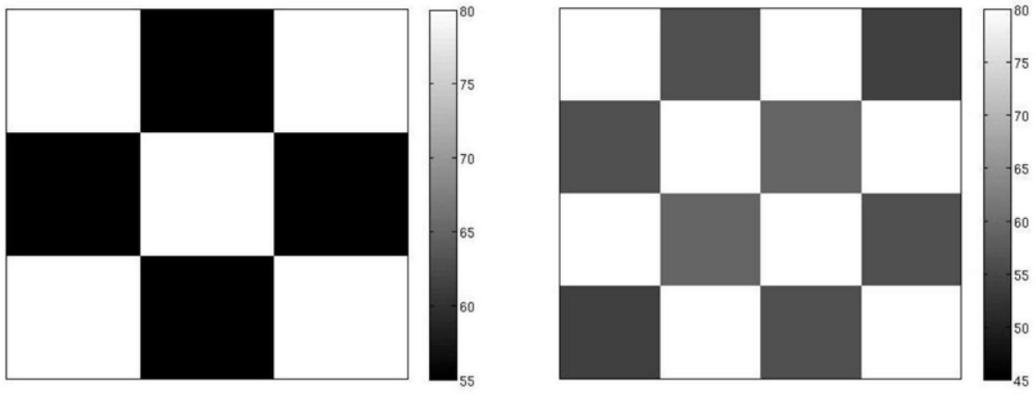


图3

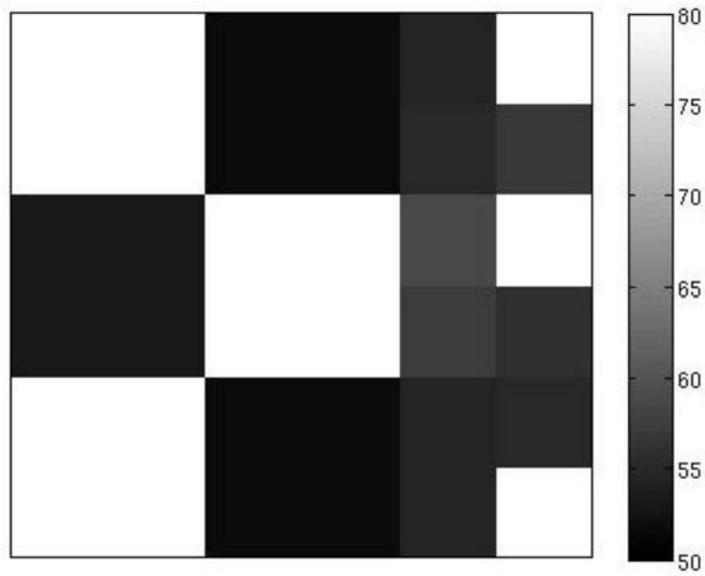
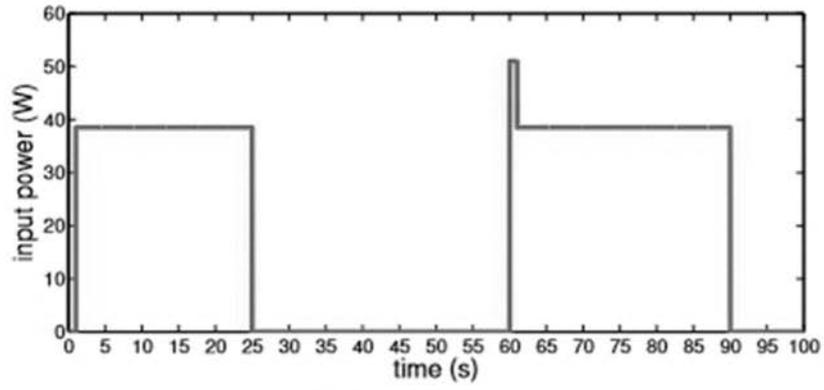
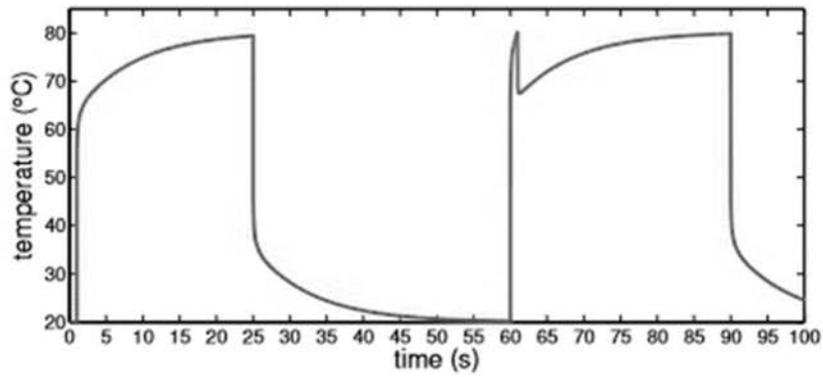


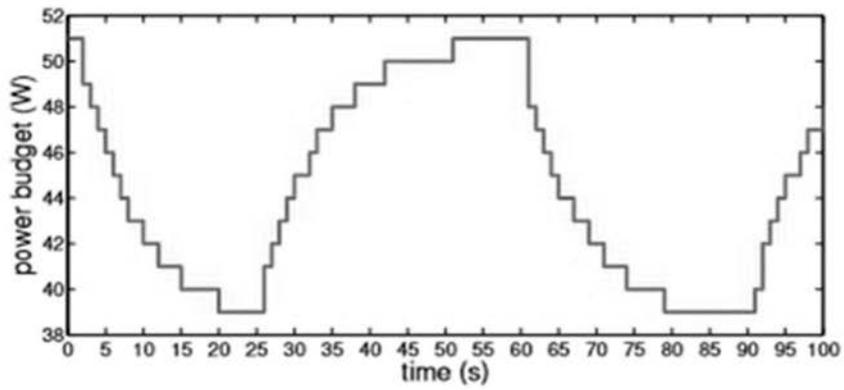
图4



输入功率和时间关系



温度变化图



功率预算值变化图

图5