**基于动态松弛时间回收的节能实时调度算法[[1]](#footnote-1)\*（三号）**

张冬海1，葛林 1，陈芳芳2 （小四）

（1.国防科技大学 计算机学院， 湖南 长沙 410073； 2.国防科技大学 信息系统工程重点实验室，

湖南 长沙 410073 ） （小五）

**摘要：**针对时限等于周期的偶发任务集，提出一种基于动态松弛时间回收的多核系统节能实时调度算法DSREM。该算法基于最优在线调度算法LRE-TL，利用TL面内节能实时调度思想，在每个TL面的提前完成时刻实现动态松弛时间回收，降低后续偶发任务的执行频率，实现更多的节能。经过系统的数学分析和仿真，结果表明，DSREM算法不仅保证了偶发任务集的最优可调度性，而且当任务集总负载超过某一个值后，其节能效果始终优于现有方法，尤其随着总负载的增加，节能效果会更好。（小五）

**关键词：**实时系统；节能调度；多核；动态松弛时间

**中图分类号：**TP316 **文献标志码：**A　　　**文章编号**：1001-2486

**An energy-efficient multi-core real-time scheduling algorithm based on dynamic slack reclamation（三号）**

ZHANG Donghai1, GE Lin 1, CHEN Fangfang2

( 1. College of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;

2. Science and Technology on Information Systems Engineering Laboratory, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China）

**Abstract:** In many embedded real-time systems, the actual execution time of tasks is usually less than their worst-case execution time (WCET), which produces lots of dynamic slack time. Based on this fact, we proposed an energy-efficient real-time scheduling algorithm DSREM for sporadic tasks deployed on multi-cores, which is based on optimal online scheduling algorithm LRE-TL. The main idea of the algorithm is to reclaim dynamic slack time, during which DVFS techniques can be used to reduce the execution frequency of future tasks to reduce energy consumption. Meanwhile, our algorithm also dynamically scales the voltage and frequency at the initial time of each TL plane and the release time of a sporadic task in each TL plane to guarantee the optimal schedulability of sporadic tasks. Systematic mathematical analysis and extensive simulation results show that DSREM can always save more energy than existing algorithms when the total workload of the system exceeds a threshold, and at the same time guarantees optimal schedulability.（小五）

**Key words:** real-time system; energy-efficient scheduling; multi-core; dynamic slack time

（正文双栏排，五号，宋，英文字体times new roman）

为有效减少能耗，现代多核处理器系统广泛采用了各种硬件节能技术，如动态电压频率调节(Dynamic Voltage Frequency Scaling, DVFS)[1]和动态功耗管理(Dynamic Power Management, DPM)[2]，但是……

……

**1 系统模型**（小四，黑体，一级标题）

* 1. **处理器模型**（五号，黑体，二级标题）

1.1.1处理器模型（五号，楷体，三级标题）

本文考虑具有片上DVFS的多核处理器，假设多核处理器拥有*m*个同构处理器核。通常，基于CMOS电路的处理器功耗由动态功耗和泄露功耗组成，即[5]。其中，……

……

注意：各个公式、图、表都需要在文中有相应的文字说明

 (1)

SNR / dB

0.4

0.8

1.2

1.6

2

2.4

2.8

3.2

3.6

4

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

*t* / s

LRE-TL

DSREM

Dynamic Core Scaling

0.8

1.6

2.4

3.2

4

4.8

5.6

6.4

7.2

8

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

*V /* (m/s)

α / (°)

LRE-TL

DSREM

Dynamic Core Scaling

(a)*m*=4, AET/WCET=1 (b)*m*=8, AET/WCET=1

图1 可调度性

Fig.1 Feasibility performance

表 1 GDOP退化等级划分表（小五）

Tab.1 Division of degradation grade of GDOP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 退化等级 | GDOP  取值范围 | PT解  标准误差（m） |
| 0 | 与信号关闭前一致 | 与信号关  闭前一致 |
| 1 | 0.45①-1.3 | 2.4-6.85 |
| 8 | / | / |
| 12 | / | 可见卫星数≤3颗 |

1. 为GDOP理论最小值。

**定理1** 在频率调节因子下，任务集在TL面内是局部不可调度的当且仅当至少……

证明：……

□

“□”表示证明结束

**参考文献（References）**

* 1. 许辉, 吴诗其. LEO 卫星网络中基于蚂蚁算法的分布式QoS路由[J]. 计算机学报, 2007, 30(3): 361−367.

XU Hui, WU Shiqi. A distributed QoS routing based on ant algorithm for LEO satellite network[J]. Chinese Journal of Computers, 2007, 30(3): 361−367.

* 1. Chandrakasan A, Sheng S, Brodersen R. Low-power CMOS digital design [J]. IEEE Journal of Solid-State Circuit, 1992, 27(4):473-484.

……参考文献格式详见《科大学报的参考文献著录规范与实例》

1. **\* 收稿日期**：2011-06-01

   **基金项目**：国家自然科学基金资助项目（60903206）；国家部委资助项目

   **作者简介**：张冬海（1980－），男，湖南安乡人，博士研究生，E-mail：dhzhang@nudt.edu.cn；

   葛林（通信作者），男，教授，博士，博士生导师，E-mail：gelin@163.com. [↑](#footnote-ref-1)