

支持近似计算的近阈值系统多目标优化

王晶¹, 梁伟伟¹, 牛跃华², 高岚¹, 张伟功³

¹首都师范大学信息工程学院, 中国北京市, 100056

²中国空间技术研究院空间飞行器设计总体部, 中国北京市, 100094

³北京市成像理论与技术高精尖创新中心, 中国北京市, 100048

摘要: 登纳德缩放定律的失效使计算机系统面临功耗和利用率双重挑战。让晶体管在近阈值电压附近工作, 能够有效解决能耗墙问题。然而, 电压降低会引发错误, 导致可靠性问题。若在解决电压降低带来的副作用的同时确保系统完全正确, 又会额外减损系统性能, 增加能耗。由此可见, 计算机系统设计的目标已从简单的性能优化发展到多目标综合优化。本文提出一种通过有效识别系统最佳配置实现性能、能耗和可靠性的综合优化方法。设计了输出精度预测器、性能预测器和功耗预测器, 分别预测不同系统配置下的精度、性能和功耗。其中输出质量预测器采用软硬件协同的故障注入平台, 分析近阈值电压导致的错误对输出精度的影响。采用多目标优化动态规划模型, 基于所设计的输出精度预测器、性能预测器和功耗预测器, 选择系统最佳的电压和近似级别。实验结果显示本文方案在能效性下降 10%的情况下将输出精度提高 28%, 从而实现平均 20%的精度、功耗和性能的综合优化。

关键词: 近似计算; 近阈值计算; 输出精度预测器; 能耗; 性能

<https://doi.org/10.1631/FITEE.2000089>