周报告

汇报人： 袁　娜

2017.03.06

本周工作

- 操作系统基本调度算法学习
  - 先到先服务调度
  - 最短作业优先调度
  - 轮转法
  - ……
- 文献阅读，寻找模型与策略

■思路调整

- 多DAG满足可靠性目标的资源最小化研究

由简单起

单个汽车电子功能多约束的任务调度问题

单DAG两个调度目标之间的tradeoff

多DAG、可靠性目标、期限约束下的吞吐量优化和总费用优化问题——现有研究较少，但是多DAG多约束比较复杂

■关键文献阅读与总结

Minimizing Schedule Length of Energy Consumption Constrained Parallel Applications on Heterogeneous Distributed Systems

Xiongren Xiao[1,2], Guoqi Xie[1,2,*], Renfa Li[1,2], and Keqin Li[1,3]
[1]College of Computer Science and Electronic Engineering, Hunan University, China
[2]Key Laboratory for Embedded and Network Computing of Hunan Province, China
[3]Department of Computer Science, State University of New York, USA
{xxr@hnu.edu.cn, xgqman@hnu.edu.cn, lirenfa@hnu.edu.cn, lik@newpaltz.edu}
*Corresponding author

***Abstract*—Energy consumption is one of the primary design constraints in heterogeneous parallel and distributed systems ranging from small embedded devices to large-scale data centers. The problem of minimizing schedule length of an energy consumption constrained parallel application has been studied recently in homogeneous systems with shared memory. To adapt the heterogeneity and distribution of high-performance comput-**

B. Related works

DVFS-based energy-efficient design technique was first introduced in [2]. In [3], the authors studied the energy-aware task scheduling of independent sequential tasks on homogeneous multi-processors as combinatorial optimization problems. In [4], the authors simultaneously addressed three

异构汽车电子系统中可靠分布式功能的高能效调度算法

摘 要：降低汽车的能耗是实现新能源汽车的重要手段之一。随着汽车电子系统结构集成度和复杂度的不断提高，能耗也逐渐增多。动态调压调节(Dynamic Voltage and Frequency Scaling, DVFS)是一种重要的能耗控制技术，但动态降低芯片的电压可能会导致计算错误急剧上升，从而影响系统的可靠性。汽车功能安全标准 ISO 26262 明确指出要满足指定的可靠性目标以保障汽车安全。本文面向异构汽车电子系统中的分布式功能，基于 DVFS 技术，建立功能的能耗与可靠性关系模型，提出满足分布式功能的可靠性目标的高能效调度算法 ESRG。ESRG 将功能的能耗约束转化为任务的能耗约束以实现低复杂度的任务分配。基于真实基准和仿真汽车功能的实验结果表明，ESRG 算法总能够满足可靠性目标并降低能耗。

关键词：异构汽车电子系统；动态电压调节；可靠性目标；高能效调度
中图分类号：TP271+.5 文献标识码：A 文章编号：
DOI：10.11999/JEIT××××××

Energy-efficient Scheduling Algorithm of a Reliable Distributed Function on Automotive Electronic Systems

能耗 ←平衡→ 调度长度

可靠性 ←平衡→ 能耗

➢从目标来看，两篇文献都是面向异构汽车电子系统分布式功能，将其抽象成DAG调度模型，在两个可能相对立的调度目标间实现两个目标的tradeoff。

■关键文献阅读与总结

Algorithm 1 The MSLECC Algorithm

Sort the tasks in a list $downward\_task\_list$ by descending order of $rank_u$ values.
while (there are tasks in $downward\_task\_list$) **do**
$n_i = downward\_task\_list.out()$;
Calculate $E_{\min}(n_i)$ and $E_{\max}(n_i)$ using Eqs. (4) and (5), respectively;
Calculate $E_{\text{given}}(n_i)$ using Eq. (14);
var $pr(i) = NULL$, $f_{pr(i),hz(i)} = NULL$, $AFT(n_i) = \infty$, $E(n_i, u_{pr(i)}, f_{pr(i),hz(i)}) = 0$;
for (each processor $u_k \in U$) **do**
for (each frequency $f_{k,h}$ in the scope of $[f_{k,\text{low}}, f_{k,\text{max}}]$) **do**
Calculate $E(n_i, u_k, f_{k,h})$ using Eq. (2);
if $(E(n_i, u_k, f_{k,h}) > \min\{E_{\text{given}}(n_i), E_{\max}(n_i)\})$ **then**
continue; // skip the processor and frequency that do not satisfy the energy consumption constraint of n_i
end if
Calculate $EFT(n_i, u_k, f_{k,h})$ using Eq. (13);
if $(EFT(n_i, u_k, f_{k,h}) < AFT(n_i))$ **then**
$pr(i) = k$;
$f_{pr(i),hz(i)} = f_{k,h}$;
$E(n_i, u_{pr(i)}, f_{pr(i),hz(i)}) = E(n_i, u_k, f_{k,h})$;
$AFT(n_i) = EFT(n_i, u_k, f_{k,h})$; // select the processor and frequency with the minimum EFT
end if
end for
end for
end while
Calculate the actual energy consumption $E(G)$ using Eq. (9);
Calculate $SL(G) = AFT(n_{\text{exit}})$;

将功能能耗转化为任务能耗

筛选不满足任务能耗约束的处理器

利用HEFT算法中的最早完成时间，选择任务调度的处理器

算法 1 ESRG 算法

对功能G中的任务按照$rank_u$的降序排列，并放入到任务优先级队列$task_priority_list$中;
while ($task_priority_list$中仍有待调度的任务) **do**
$n_i = downward\_task\_list.out()$; //从队列取出一个$rank_u$最大的就绪任务$n_i$
使用式(11)计算$R_{\min}(n_i)$;
使用式(23)计算$R_{\text{goal}}(n_i)$;
var $u_{pr(i)} = NULL$, $f_{pr(i),hz(i)} = NULL$, $E(n_i) = \infty$, $R(n_i) = 0$;
for (each processor $u_k \in U$) **do**
for (each frequency $f_{k,h} \in u_k$) **do**
使用式(16)计算$R(n_i, u_k, f_{k,h})$;
if $(RC(n_i, u_k, f_{k,h}) < \min\{RC_{\text{goal}}(n_i), R_{\min}(n_i)\})$ **then**
continue; //跳过不满足可靠性目标的处理器
end if
使用式(5)计算$E(n_i, u_k, f_{k,h})$;
if $(EFT(n_i, u_k, f_{k,h}) < E(n_i))$ **then**
$u_{pr(i)}) = u_k$;
$f_{pr(i),hz(i)} = f_{k,h}$;
$E(n_i) = E(n_i, u_k, f_{k,h})$;
$RC(n_i) = RC(n_i, u_k, f_{k,h})$;
end if
end for
end for
end while
使用式(18)计算功能G的实际可靠性$R(G)$;
使用式(19)计算功能G的最终能耗$E(G)$;

将功能的可靠性目标转化为每个任务的可靠性目标

筛选不满足可靠性目标的处理器

利用HEFT算法中的最早完成时间选择任务调度的处理器

能耗约束下的最短调度长度算法MSLECC

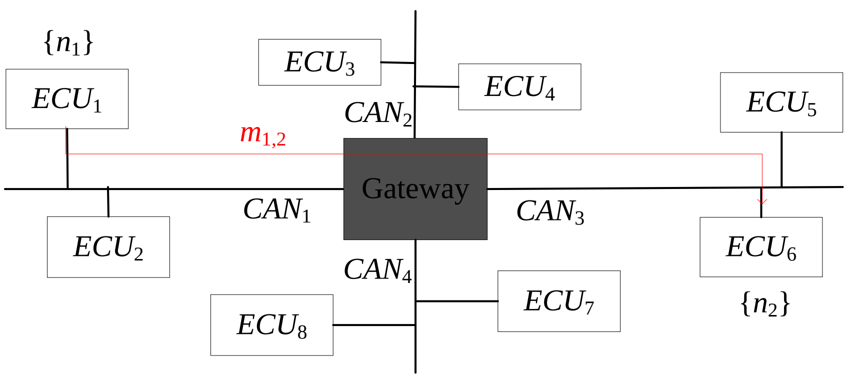
可靠性目标下的高能效调度算法ESRG

➢从调度策略来看，
两篇文献都是采用将功能的约束条件转换为任务的约束；
都采用满足一个约束条件下使另一约束条件达到最优的策略；
所利用的基本调度策略都是HEFT算法。

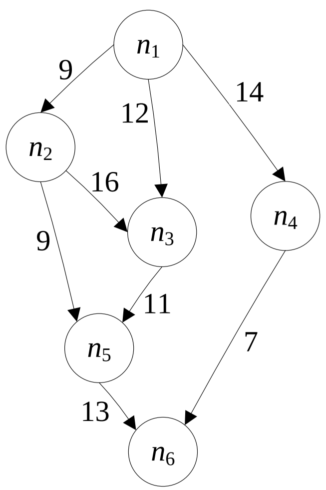
■能耗约束下最小化调度长度MSLECC

➢模型

汽车电子系统结构模型



分布式功能模型



■能耗约束下最小化调度长度MSLECC

➢模型

能耗模型

基于嵌入式系统重要的能耗控制技术—动态电压调节（DVFS）技术

$$P(f)=P_s+h(P_{\text{ind}}+P_d)=P_s+h(P_{\text{ind}}+C_{\text{ef}}f^m).$$

任务 n_i 在ECU u_k 及其频率 $f_{k,h}$ 下所消耗的能耗

$$E(n_i,u_k,f_{k,h})=(P_{\text{ind,k}}+C_{\text{ef,k}}\times(f_{k,h})^{m_k})\times\frac{w_{i,k}\times f_{k,\max}}{f_{k,h}}.$$

功能G的总能耗

$$E(G)=\sum_{i=1}^{|N|}E(n_i)=\sum_{i=1}^{|N|}E(n_i,u_{pr(i)},f_{pr(i),hz(i)}),$$

能耗约束

$$E\min(G)\le E\text{given}(G)\le E\max(G)$$

■能耗约束下最小化调度长度MSLECC

➢策略

满足能耗约束策略

假定$n_{seq(j)}$为队列中第j个被调度的任务， 则$\{n_{seq(1)},n_{seq(2)},\ldots,n_{seq(j-1)}\}$表示已调度任务，为满足应用能耗约束，假定$\{n_{seq(j+1)},n_{seq(j+2)},\ldots,n_{seq(|N|)}\}$都采用最小能耗调度，则当调度至任务$n_{seq(j)}$时，功能G的能耗表示为

$$E_{seq(j)}(G)=\sum_{x=1}^{j-1}E(n_{seq(x)},u_{pr(seq(x))},f_{pr(seq(x)),hz(seq(x))})$$

$$+E(n_{seq(j)},u_k,f_{k,h})+\sum_{y=j+1}^{|N|}E_{\min}(n_{seq(y)})\leqslant E_{\text{given}}(G).$$

任务j能耗约束：

$$E(n_{seq(j)},u_k,f_{k,h})\leqslant E_{\text{given}}(G)$$

$$-\sum_{x=}^{j-}E(n_{seq(j)},u_k,f_{k,h})\leqslant E_{\text{given}}(n_{seq(j)}).\quad = E_{\text{given}}(n_{seq(j)})$$

$$-\sum_{y=j+1}^{|\ldots|}E_{\min}(n_{seq(y)})$$

■能耗约束下最小化调度长度MSLECC

➢考虑模型与策略中可能存在的问题

满足能耗约束策略

假定$n_{seq(j)}$为队列中第j个被调度的任务， 则$\{n_{seq(1)}, n_{seq(2)}, \ldots, n_{seq(j-1)}\}$表示已调度任务，为满足应用能耗约束，假定$\{n_{seq(j+1)}, n_{seq(j+2)}, \ldots, n_{seq(|N|)}\}$都采用最小能耗调度，则当调度至任务$n_{seq(j)}$时，应用G的能耗表示为

$$E_{seq(j)}(G) = \sum_{x=1}^{j-1} E(n_{seq(x)}, u_{pr(seq(x))}, f_{pr(seq(x)),hz(seq(x))}) + E(n_{seq(j)}, u_k, f_{k,h}) + \sum_{y=j+1}^{|N|} E_{\min}(n_{seq(y)}) \leqslant E_{\text{given}}(G).$$

考虑问题???
1.尚未调度的任务的能耗全部假定为最小能耗，过于悲观。

任务能耗约束：

$$E(n_{seq(j)}, u_k, f_{k,h}) \leqslant E_{\text{given}}(G) - \sum_{x=1}^{j-1} E(n_{seq(x)}, u_{pr(seq(x))}, f_{pr(seq(x)),hz(seq(x))}) - \sum_{y=j+1}^{|N|} E_{\min}(n_{seq(y)})$$

2.实验中，作者将功能能耗约束设置为$E_{given}(G) = 0.5 \times E_{max}(G)$，考虑更小能耗约束？

下周计划

- 实现基本算法 — 异构最早完成时间（HEFT）算法