



基于DRL的动态租用实例任务调度

刘肇泽

控制与计算机工程学院

2023 年 10 月 10 日



目录

- ① 数学模型
 - 实例建模
 - 任务建模
 - 任务调度流程建模
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题



与 Cost-Aware 的不同之处:

- ① 引入了 On Demand 和 Spot 两种计费规则的实例
- ② 引入了 Moldable 和 Rigid 两种任务类型
- ③ 引入了任务的挂起、恢复和跨区域调度



- ① 数学模型
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题



使用 T 表示时间段, t 表示时刻.



- ① 数学模型
实例建模
任务建模
任务调度流程建模
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题



实例 (Instance) 的数学模型

固有属性:

- I_c 实例的计算核心数
- I_m 实例的内存大小
- I_r 实例所在区域
- I_b 实例的计费类型 (On Demand/Spot)
- v_s 实例中任务挂起 (suspend) 速度
- v_r 实例中任务恢复 (resume) 速度

状态属性:

- T_r 实例的剩余租期 (remain time)
- t_i 实例空闲的时刻 (idle time)

计费类型:

- On Demand: 每小时价格固定
- Spot: 每小时价格随市场波动



① 数学模型

实例建模

任务建模

任务调度流程建模

② DQN结构

③ 实验结果

④ 参考文献

⑤ 问题



任务 (Job) 的数学模型

固有属性:

- J_c 任务需要的计算核心数
- J_m 任务需要的内存大小
- J_t 任务的类型 (Moldable/Rigid)

状态属性:

- J_l 任务长度 (小时)
- t_s 任务提交时刻 (submit time)
- J_r 任务上一次执行所在的区域



Downey 加速模型¹

并行度 (parallelism) 具有均值 A 和标准差 σ 两个参数.

将 $0 \leq \sigma \leq 1$ 的模型称为 Low variance model, 将 $\sigma > 1$ 的模型称为 High variance model.

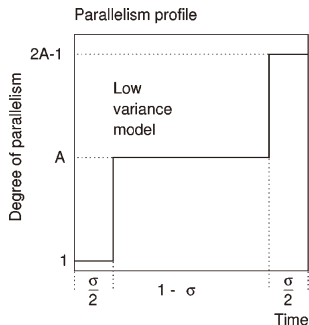


图: Low variance model

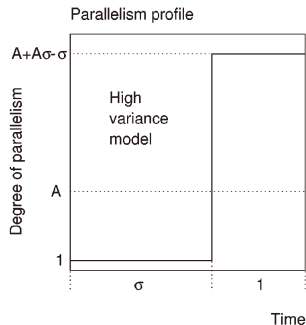


图: High variance model

¹Downey, A Parallel Workload Model and Its Implications for Processor Allocation.



Downey 加速模型

加速系数 $SU(n)$ 的计算

当 $0 \leq \sigma \leq 1$ 时:

$$SU(n) = \begin{cases} \frac{An}{A+\sigma(n-1)/2}, & 1 \leq n \leq A, \\ \frac{An}{\sigma(A-1/2)+n(1-\sigma/2)}, & A < n \leq 2A-1, \\ A, & n > 2A-1. \end{cases}$$

当 $\sigma > 1$ 时:

$$SU(n) = \begin{cases} \frac{nA(\sigma+1)}{A+A\sigma-\sigma+n\sigma}, & 1 \leq n \leq A + A\sigma - \sigma, \\ A, & n > A + A\sigma - \sigma. \end{cases}$$

其中 n 为计算核心数.

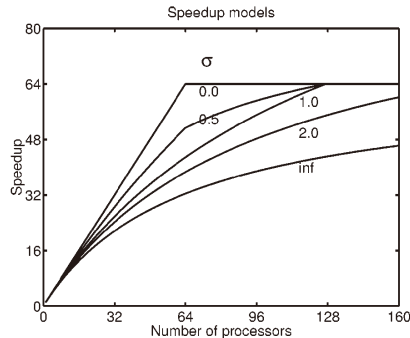


图: Speedup curves for a range of values of σ when $A = 64$



任务类型 J_t 与实际执行时间 T^e

Moldable/Rigid

任务类型 J_t 影响任务实际执行时间 T^e 的计算.

Algorithm 1: 计算任务实际执行时间 T^e

```
1 if  $J_t = Moldable$  then
2    $T^e = J_l \cdot \frac{SU(J_c)}{SU(I_c)}$ ;
3 end
4 if  $J_t = Rigid$  then
5   if  $J_c \leq I_c$  then
6      $T^e = J_l$ ;
7   else
8     任务调度失败;
9   end
10 end
```



挂起时间 T^s 与恢复时间 T^r

当正在执行任务的实例到期时, 任务需要挂起到硬盘, 该操作需要的时间为:

$$T^s = \frac{J_m}{v_s}$$

当任务首次在实例中运行或从挂起状态恢复时, 任务需要加载到内存, 该操作需要的时间为:

$$T^r = \begin{cases} \frac{J_m}{v_r}, & J_r = \text{None} \text{ or } J_r = I_r, \\ 2 \times \frac{J_m}{v_r}, & \text{otherwise.} \end{cases}$$



① 数学模型

实例建模

任务建模

任务调度流程建模

② DQN结构

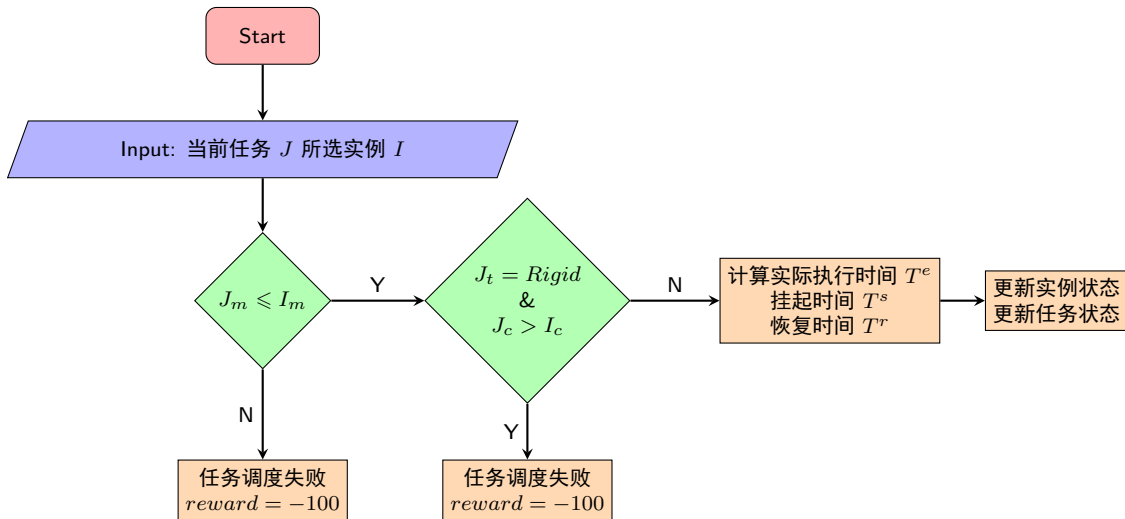
③ 实验结果

④ 参考文献

⑤ 问题



任务调度流程





更新实例/任务状态

任务在实例空闲之前提交 $t_s \leq t_i$



- ① 数学模型
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题



- ① 数学模型
- ② DQN结构
- ③ 实验结果**
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题



- ① 数学模型
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献**
- ⑤ 问题



- ① 数学模型
- ② DQN结构
- ③ 实验结果
- ④ 参考文献
- ⑤ 问题**



Thanks for listening!