

第四届（2022）集成电路 EDA 设计精英挑战赛

赛题指南

一、 赛题一：大规模电源地网络瞬态仿真的分布式并行加速

二、 命题企业：深圳市比昂芯科技有限公司

三、 赛题 Chair：叶佐昌 清华大学、邸志雄 西南交通大学

四、 赛题背景

电源/地网络瞬态仿真主要用于芯片的电源/信号完整性分析，是物理设计后端签核的重要环节，一般可以利用 SPICE 类的通用电路仿真工具进行。但电源/地网络规模在先进节点下已经到达千万甚至亿级规模，传统仿真工具耗时极长，往往需要数天甚至数周的仿真时间，严重制约设计效率。

分布式并行是 EDA 解决速度瓶颈的一个重要方向，同时也是 EDA 工具部署云端平台的关键技术。分布式计算把一个需要非常巨大的计算能力才能解决的问题分成许多小的部分，然后把这些部分分配给多个计算机进行处理，最后把这些计算结果综合起来得到最终的结果。这样就可以节约整体计算时间，大大提高计算效率。

本赛题给出电源/地网络网表样例，希望参赛者能够开发出基于分布式并行加速（例如 MPI（message passing interface）等）的电路仿真程序，有效地提高仿真速度、减少单台计算机的计算负载，从而提高总体仿真效率。

五、 赛题描述

1.赛题主要为瞬态仿真方程 $C\dot{x}(t) + Gx(t) = Bu(t)$ 的并行求解。仿真器需要读取 4 个输入文件，产生 1 个输出文件。其中：

[1]前三个文本文件为 C, G, B 矩阵(由比昂芯提供),以 CSC(Compressed sparse column)

格式储存;

[2] 时域仿真以固定步长方式进行, 第 4 个输入文件给出指定时间点集合 $T=\{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ 下的激励源 $u(t)$ 的值, 步长可通过 $h=t_2-t_1$ 获得;

[3] 该时间点集合满足所有输入的分段线性 (pwl) 要求, 即

$$u(\tau) = u(t_n) + \frac{u(t_{n+1}) - u(t_n)}{t_{n+1} - t_n}(\tau - t_n), \quad t_n \leq \tau \leq t_{n+1}$$

[4] 精度评估只考虑 T 中的时间点。

参赛者需根据计算结果输出指定 (在第 4 个文件中指定) 的节点电压波形 (以文本文件格式保存, 节点电压以%.4e 格式打印 (小数点后保留 4 位), 即精度为 0.1mV.)。比赛初期会提供两个例子供选手参考。

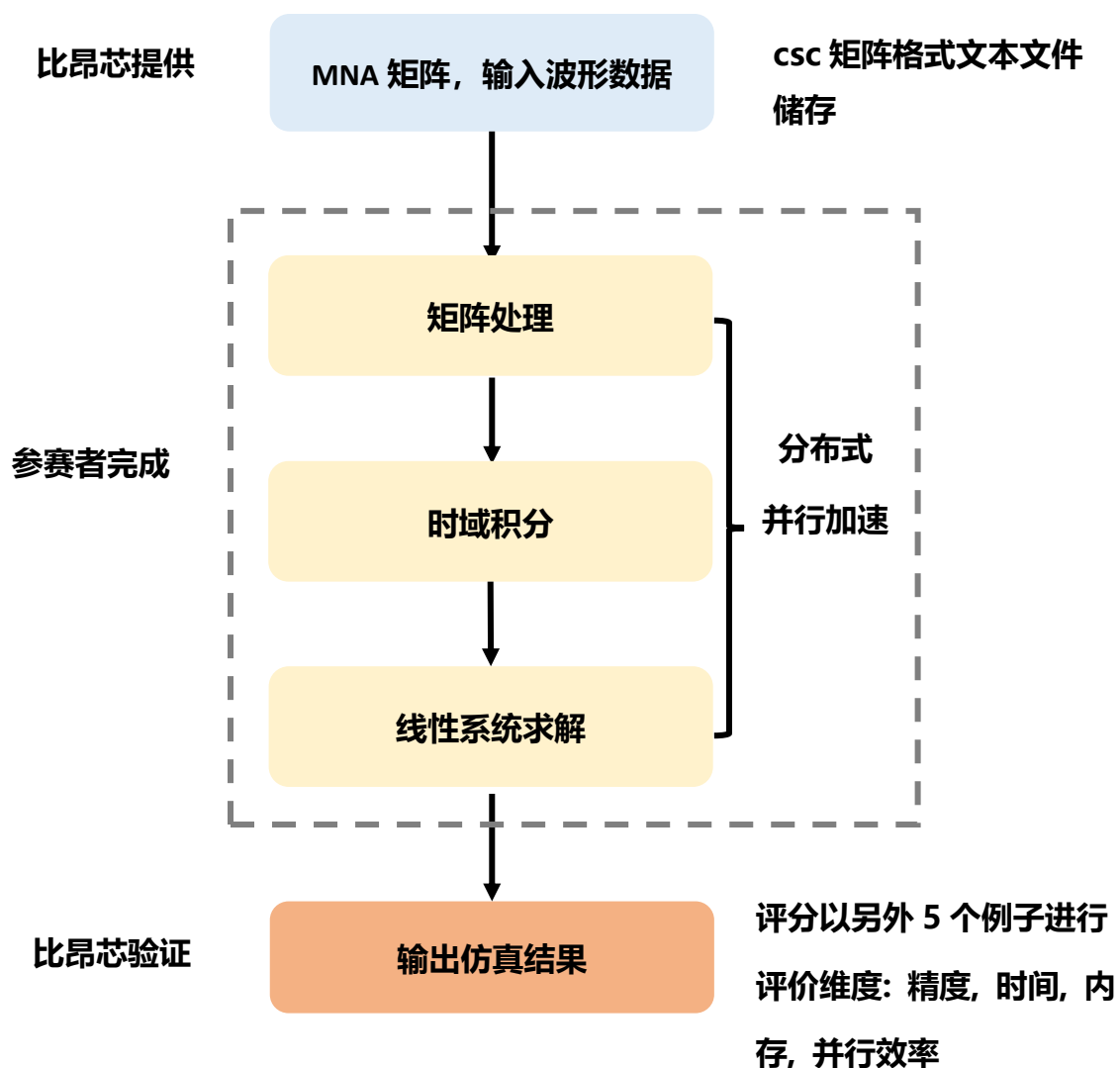
2.该电路仿真器需要能支持 MPI 并行加速。无需配置 MPI 的 config 文件, 评审组会自行配置并测试;

3.提交要求:

- a) 每队只能提交一个 binary 文件, 用于运行所有测例;
- b) 文件名为 main_队伍号码;
- c) 为节省时间, 输出文件中无需包含除结果以外的其他数据, 评审组会自行统计时间;
- d) 如果你的程序包含任何可调节参数, 请将其去掉或 hardcode 到代码中。比赛的程序只接受输入数据文件和输出结果文件;
- e) 请尽可能使用静态链接生成 binary 文件;
- f) 不能使用任何提前计算的数据来提高性能, 运行前运行目录会被清空
- g) 允许使用开源求解器代码, 但应在文档中引用相应的参考文献
- h) 赛程中期 (约 2 个月时, 参赛队伍可以提交一个初版, 主要验证 1) 可以在测试服务器

上运行；2) 输出结果格式符合要求)。

4.竞赛基本流程如下图：



六、 评分标准 (最终解释权归比昂芯)

将对以下四个部分进行评分：

[1] 速度；

[2] 内存；

[3] 精度；

[4] 并行效率。

对于每个团队，他们的电路器将在 5 个测例上运行。对于每个测例，根据仿真器表现在每个类别中给出一个分数，所有类别的分数之和就是这个测例的分数。每支队伍的最终得分是所有测例得分的总和。以下是每个类别中得分函数的一些附加信息：

a) 速度分数 S：实际最短运行时间 (wall time)，分数从 0 到 100。即以 1, 4, 8, 16, 32 进程分别运行，选最短的时间，取倒数作为速度评分 S。然后根据所有参赛队伍成绩进行归一化计算（按合理的比例系数）。最终得分公式

$$S_{normalized} = \frac{S - S_{min}}{S_{max} - S_{min}} \times 100$$

b) 内存分数 M：单个进程的峰值内存。分数从 0 到 100。它通过将每个仿真器的每进程（峰值）内存取倒数得到内存分数 M，然后根据所有参赛队伍成绩进行归一化计算（公式见上）。该测试只在 a) 中最短时间对应的进程数下进行。

c) 精度分数 A：从 0 到 100。如果与标准解最大绝对误差小于 10mV 且平均绝对误差小于 1mV，则得分为 100。违反任何一项，得分为 50；违反两项，得分为 0。该测试只在 a) 中最短时间对应的进程数下进行。

d) 并行效率分数 P：从 0 到 100。X 进程并行效率 = 1 进程时间 / X 进程时间，总并行效率分数 $P = 4 \text{ 进程并行效率} + 8 \text{ 进程并行效率} + 16 \text{ 进程并行效率} + 32 \text{ 进程并行效率}$ （如果某一进程数下运行失败，则该进程数的并行效率为 0），然后归一化计算。

如果仿真器在某个测例中在所有进程数下均运行失败，则自动在该测例中获得 0 分。