

PAC 优化赛道初赛【题二：HPCG 优化】

HPCG 赛题简介：

HPCG（高性能共轭梯度法）是用于评估超级计算机实际应用性能的基准测试程序，与传统的 LINPACK 基准（如 Top500 使用的 HPL）形成互补。它更贴近真实科学计算场景，强调稀疏矩阵计算、内存带宽和延迟敏感性，而非纯粹的浮点峰值性能。

赛题说明：

1, 已提供 hpcg 3.1 版本源码包，源码路径：/home/PAC/hpcg-3.1.tar.gz，解压到个人目录下即可

2, 进入源码 setup 路径下修改相关的编译文件，例如 Make.MPI_GCC_HMP（根据 setup 路径下的其他 Make 文件创建自己的 Make.MPI_GCC_HMP）

3, 软件编译：

加载编译环境

```
source /home/HPCKit/latest/setvars.sh
```

```
mkdir MPI_GCC_HMP
```

```
cd MPI_GCC_HMP
```

```
../configure MPI_GCC_HMP
```

make 即可生成相关程序 注：编译如果报错，把 n 加到报错代码 src/ComputeResidual.cpp 第 56 行

```
55 #ifndef HPCG_NO_OPENMP
56 #pragma omp parallel default(none) shared(local_residual, v1v, v2v , n)
57 {
58     double threadlocal_residual = 0.0;
59     #pragma omp for
60     for (local_int_t i=0; i<n; i++) {
61         double diff = std::fabs(v1v[i] - v2v[i]);
62         if (diff > threadlocal_residual) threadlocal_residual = diff;
63     }
64 }
```

4, 测试

进入 MPI_GCC_HMP/bin 路径，修改 hpcg.dat 文件，限定网格大小为 128*128*128

撰写提交脚本：

如：使用 32 进程，8 线程计算，后续可按需调整，最大可用 608 核、512GB 内存

```
[test_user@host33 bin]$ cat sub_test.sh
#!/bin/bash
#DSUB -mpi hmpi
#DSUB -nn 1
#DSUB -R 'cpu=608;mem=512000'
#DSUB -oo /home/test_user/test/hpcg-3.1/Linux_HMPI/bin/hello_%J.out
#DSUB -eo /home/test_user/test/hpcg-3.1/Linux_HMPI/bin/hello_%J.err

export PATH=/home/HPCKit/25.1.RC1/hmpi/gcc/release/hmpi/bin/:$PATH
export HOSTFILE=/tmp/hostfile.$$
rm -rf $HOSTFILE
ntask=$(cat ${CCSCHEDULER_ALLOC_FILE} | awk -v fff="$HOSTFILE" '{
{
split($0, a, " ")
if (length(a[1]) > 0 && length(a[3]) > 0) {
#print a[1]:"a[2]>> fff
print a[1]" slots=608">> fff
total_task+=a[3]
}
}END{print total_task}'
cp $HOSTFILE ./hostfile
mpirun -hostfile $HOSTFILE -np 32 -x OMP_NUM_THREADS=8 -x LD_LIBRARY_PATH -x PATH -x Pwd -map-by ppr:32:node:pe=8 -bind-to core /home
/test_user/test/hpcg-3.1/Linux_HMPI/bin/xhpcg
```

作业提交:

`dsub -s sub.sh`

查看作业:

`djob -l id 号`

5, 输出结果残差值小于设定值, 满足 HPCG 精度要求, 具体根据 HPCG_Benchmark*.txt 文件确认

```
departure from symmetry [x Ay-y Ax]/(2*(|x|||x|||y|||y|||epsilon):departure for no=2
##### Iterations Summary #####
Iteration Count Information=
Iteration Count Information::Result= PASSED
Iteration Count Information::Reference CG iterations per set=50
Iteration Count Information::Optimized CG iterations per set=50
Iteration Count Information::Total number of reference iterations=150
Iteration Count Information::Total number of optimized iterations=150
##### Reproducibility Summary #####
Reproducibility Information=
Reproducibility Information::Result= PASSED
Reproducibility Information::Scaled residual mean=3.94531e-07
Reproducibility Information::Scaled residual variance=0
```

6, 通过 HPCG_Benchmark*.txt 文件确认最终计算的 FLOPS 结果

```
Final Summary=
Final Summary::HPCG result is VALID with a GFLOP/s rating of=1.49404
Final Summary::HPCG 2.4 rating for historical reasons is=1.52364
Final Summary::Reference version of ComputeDotProduct used=Performance results are most likely suboptimal
Final Summary::Reference version of ComputeSPMV used=Performance results are most likely suboptimal
Final Summary::Reference version of ComputeMG used=Performance results are most likely suboptimal
Final Summary::Reference version of ComputeWAXPBY used=Performance results are most likely suboptimal
Final Summary::Results are valid but execution time (sec) is=76.1761
Final Summary::Official results execution time (sec) must be at least=1800
```

7, 可修改核数运行

8, 提交版源码、Make.MPI_GCC_HMP、编译环境说明、运行说明放在账号家目录 result_2 下, 保留运行截图等确保数据可复现

提交内容:

- 1, 最终优化后的源代码
- 2, 编译文件 Make.MPI_GCC_HMP
- 3, 最终的 HPCG_Benchmark*.txt 及 hpcg*结果文件
- 4, 技术报告 PPT

注:

- 1, 新建目录 mkdir ~/result_2。源代码、编译文件、HPCG_Benchmark*.txt 及 hpcg*结果文件放置在 result_2 路径下, 由于机器不支持下载, 该部分文件需保存在服务器上
- 2, 技术报告 PPT 及编译环境说明等需上传至网盘

评分标准:

- 1, 编程语言: C/C++/汇编/intrinsics。进程并行编程模型: MPI (可使用 Hyper MPI/OpenMPI, 推荐使用 Hyper MPI), 线程并行编程模型: OpenMP 或 KUPL (推荐使用 KUPL)
- 2, 编译器: GCC/毕昇编译器 (推荐毕昇编译器)
- 3, 以 HPCG 输出的 FLOPS 为评分标准, 成绩越好

2025第十二届
并行应用挑战赛
THE 12TH PARALLEL APPLICATION CHALLENGE (PAC 2025)