

# 高性能计算程序设计基础 秋季 2020

## 提交格式说明

按照实验报告模板填写报告，需要提供源代码及代码描述至

<https://easyhpc.net/course/121>。实验报告模板使用 PDF 格式，命名方

式为高性能计算程序设计\_学号\_姓名。如果有问题，请发邮件至

lidsh25@mail2.sysu.edu.cn, leong36@mail2.sysu.edu.cn 询问细节。

## 1. 通用矩阵乘法

数学上,一个  $m \times n$  的矩阵是一个由  $m$  行  $n$  列元素排列成的矩形阵列。

矩阵是高等代数中常见的数学工具,也常见于统计分析等应用数学学科中。矩阵运算是数值分析领域中的重要问题。

通用矩阵乘法 (GEMM) 通常定义为:

$$C = AB$$

$$C_{m,n} = \sum_{n=1}^N A_{m,n} B_{n,k}$$

请根据定义用 C 语言实现一个矩阵乘法:

题目: 用 C 语言实现通用矩阵乘法

输入:  $M, N, K$  三个整数 (512 ~ 2048)

问题描述: 随机生成  $M \times N$  和  $N \times K$  的两个矩阵  $A, B$ , 对这两个矩阵做

乘法得到矩阵 C.

输出: A,B,C 三个矩阵以及矩阵计算的时间

## 2. 通用矩阵乘法优化

对上述的矩阵乘法进行优化, 优化方法可以分为以下两类:

- 1) 基于算法分析的方法对矩阵乘法进行优化, 典型的算法包括 Strassen 算法和 Coppersmith–Winograd 算法.
- 2) 基于软件优化的方法对矩阵乘法进行优化, 如循环拆分向量化和内存重排

实验要求: 对优化方法进行详细描述, 并提供优化后的源代码, 以及与 GEMM 的计算时间对比

## 3. 进阶: 大规模矩阵计算优化

进阶问题描述: 如何让程序支持大规模矩阵乘法?

考虑两个优化方向

- 1) 性能, 提高大规模稀疏矩阵乘法性能;
- 2) 可靠性, 在内存有限的情况下, 如何保证大规模矩阵乘法计算完成 ( $M, N, K \gg 100000$ ), 不触发内存溢出异常。

对优化方法及思想进行详细描述，提供大规模矩阵计算优化代码可加分。

**References:**

[1]{GEMM 优化}

<https://jackwish.net/2019/gemm-optimization.html>

[2] {矩阵说明}

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%9F%A9%E9%98%B5>