

# Optimization of Generalized Eigensolver for Dense Symmetric Matrices on DCU

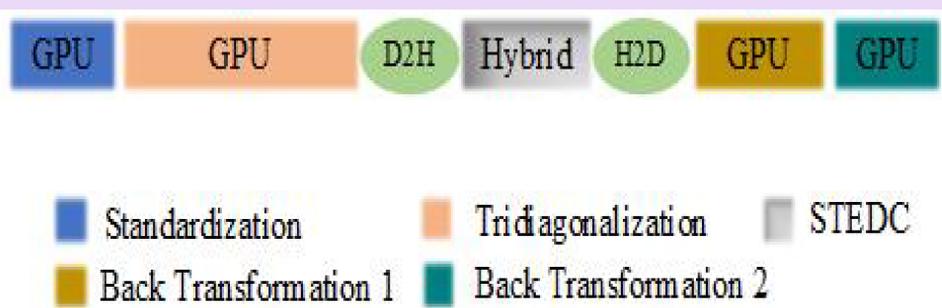
张宠

李会元 13681285209 huiyuan@iscas.ac.cn

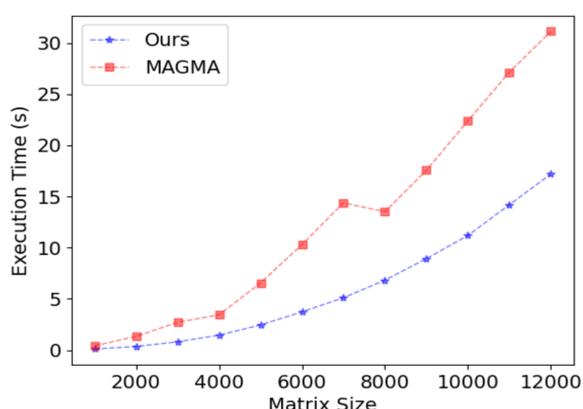
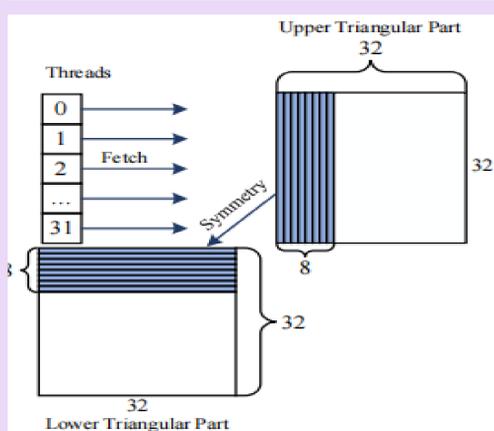
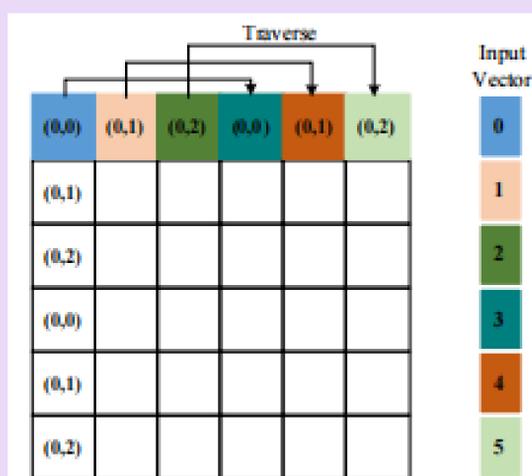
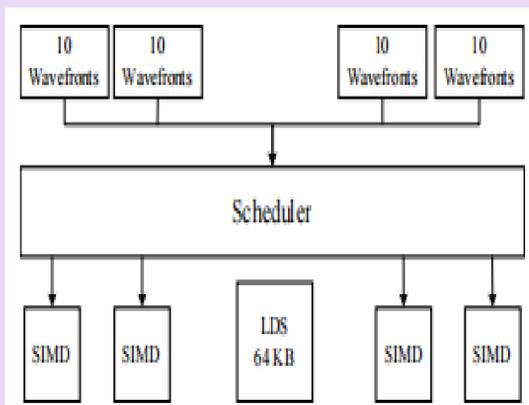
特征值问题存在于计算材料、量子化学等众多科研和工程领域当中，是科学计算应用中广泛使用的基础软件之一。本工作从负载均衡、硬件特性等多个角度出发，在国产DCU平台下，实现了高性能的稠密特征值解法器。相比于当前平台下最先进的特征值计算软件实现了1.8-3.8倍的加速比。

$$Ax = \lambda Bx \quad A, B \in R^{n \times n}$$

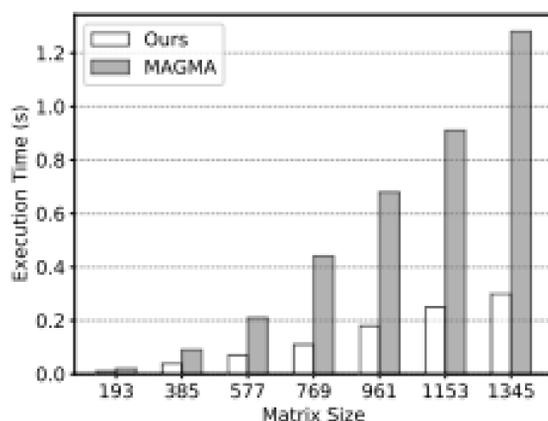
- 特征值计算模式复杂，计算过程中包含了 **Cholesky** 分解、三对角化、逆变换等多个复杂过程
  - **GEMM**、**SYR2K** (BLAS 3)
  - **SYMV**、**GEMV** (BLAS 2)
- **CPU**和**GPU**混合异构计算，合理的任务划分非常重要
- 利用国产**DCU**硬件特征进行细粒度优化



- 将大部分的计算搬至**DCU**，充分发挥其浮点计算能力，减轻**CPU**压力，减少通信开销
- 对关键**kernel**(**SYMV**、**GEMV**等)针对硬件特征细粒度优化，充分发挥异构加速器的高带宽，提高带宽利用率
- 多级预规约策略减少原子操作
- 关键**kernel**的带宽利用率已经达到当前平台的**90%**以上，已经接近其性能上限



➤ 在**DCU**平台的性能表现



➤ 在实际应用中的性能表现