

题目编号：CQ-12

# “面向信号处理的凌久 GPU 高性能数学库 算子优化技术” 比赛方案

## 一、发榜单位

武汉凌久微电子有限公司

中船凌久电子(武汉)有限责任公司

## 二、题目名称

面向信号处理的凌久 GPU 高性能数学库算子优化技术

## 三、题目介绍

信号处理算法广泛应用于通信系统、音频处理、图像与视频处理、生物医学、工业与国防，以及智能设备等领域。通过频域分析、深度学习和自适应滤波等核心技术，实现高效信号增强、特征提取与实时控制。当前信号处理项目呈现“智能化、多模态、高实时”三大趋势，技术突破点包括：AI 赋能的认知处理、异构计算架构优化、跨域数据融合等。传统信号处理以 DSP 芯片为核心，随着现代现代信号处理任务越来越多依赖非线性算法和神经网络模型，DSP 受指令集和串行架构限制，对这类算法支持不足，特别是在处理高阶算法（如自适应滤波）时产生延迟，多通道信号（如大规模 MIMO）吞吐受限等问题时效果不佳，而 GPU 凭借并行计算在此类任务中效率更高。

使用 GPU 替代 DSP 实现实时信号处理成为技术发展的趋

势，GPU 凭借其强大的并行计算能力，可以高效处理高阶算法时产生延迟，多通道信号吞吐受限等问题。然而，由于 CUDA 标准 API 编程接口及其生态为美国英伟达公司专有技术，其技术封闭性使得它仅适用于英伟达的硬件平台。为了突破国外技术封锁，国产 GPU 通常提供 OpenCL 编程接口，以实现跨平台兼容性和开放性，该开放标准编程接口为国产 GPU 提供了更广泛的适配潜力的同时也带来了一些问题。

本课题的目标：在声纳、雷达等实际应用领域，受传统 DSP 计算平台能力限制，声纳信号处理应用算法 MVDR（自适应滤波的波束形成算法）在 DSP 上实现性能较差，使用较少；雷达信号处理算法 CFAR（恒虚警算法）因 DSP 内存架构限制检测性能低下，因此，需要在基于凌久 GPU 平台上开展 MVDR 算法、CFAR 算法的基本实现及优化，以提升声纳、雷达探测的抗干扰性和自适应性。同时基于凌久 GPU 并行计算底层公共框架上开展基于国产凌久 GPU 的智能算子优化技术研究，结合信号处理中高实时性、高吞吐量的特点，通过优化算子设计从而提升信号处理效率。

#### **四、参赛对象**

本题目只设学生赛道。

参赛对象为 2025 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生、博士研究生（不含在职研究生），参赛人员年龄在 40 周岁

以下，即 1985 年 6 月 1 日（含）以后出生。

同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛（以下简称第十九届“挑战杯”竞赛）其他赛道的评比。

参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过 10 人，每件作品可由不超过 3 名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由 1 所高等院校作为参赛主体提交申报。

## 五、答题要求

参赛者需基于凌久 GPU 平台完成“面向信号处理的凌久 GPU 高性能数学库算子优化技术”研发，最终的作品提交形式为报名表、报名信息统计表、材料文档和源代码等。

底层公共框架优化研究：针对国产凌久 GPU, 基于既有数学计算库（BLAS、FFT）和图像处理库进行拓展，开展国产凌久 GPU 通用计算特性分析、基于国产 GPU 智能算子优化技术研究，为凌久 GPU 提供通用高性能基础数学库。

基于优化后的智能算子实现典型的声纳信号处理应用算法 MVDR、雷达信号处理算法 CFAR，开展 Matlab 算法原型研究，基于凌久 GPU 平台开展 MVDR 算法、CFAR 算法的实现和优化，为声纳、雷达信号处理领域提供一个高效能通用算法库。

(一)参赛者需基于国产凌久 GPU 开发平台上实现以下功能

1. 在凌久 GPU 平台实现高效矩阵加法、乘法、转置、求逆等基本运算，在结果正确的前提下、提升运算速度及所支持的矩阵大小规模；

2. 在凌久 GPU 平台下实现高效卷积运算（支持 2D 卷积，适用于图像处理），在结果正确的前提下、提升运算速度、减少内存访问开销，提升卷积核计算效率；

3. 根据提供的 matlab 算法原型，在凌久 GPU 平台实现 MVDR 算法、CFAR 算法，在保证结果正确的前提下，尽可能优化算法的处理时间；

4. 针对国产硬件平台的性能优化（计算吞吐量、内存带宽利用）；

5. 展示实际开发场景中 OpenCL 的异构计算应用能力。

## (二) 材料文档

材料文档包括但不限于以下资料。

1. 设计说明：

(1) 国内外发展调研分析情况；

(2) 总体设计方案实现；

(3) 性能优化手段及途径；

(4) 具体实现过程及对比验证结果分析；

(5) 工程化实现方案分析。

## 2. 自测报告：

- (1) 自测结果分析报告；
- (2) C/C++模型下的仿真运算结果。

## 3. 使用说明：

代码运行方法。

### (三) 算法源代码

算法源代码，需满足：

- 1. cBLAS、cFFT 计算库测试用例运行成功；
- 2. 在国产凌久 GPU 平台上成功运行 MVDR、CFAR 高效能算法模型；
- 3. 提交的代码要求备注详尽，且保证可正常运行；
- 4. 成果演示时，需基于国产操作平台结合演示用例展示，并能保存测试数据。

### (四) 环境说明

测试数据集

- (1) cBLAS、cFFT 数学库测试用例集(以压缩包形式统一提供)；
- (2) MVDR、CFAR 算法验证数据集(以压缩包形式统一提供)。

## 六、作品评选标准

初审根据下述评审内容以及提交的算法仿真模型，以 100 分制进行打分，根据各参赛作品得分情况决定进入复审的参赛

团队名单。

作品总分包括主观分、客观分和附加分，其中主观分 40 分，客观分 60 分，附加分按指标实现的优劣程度判定。

#### （一）主观分（共 40 分）

评委主要从作品的国内外发展调研分析情况、研究思路、技术路线、工程性、合理性等五个维度进行综合评价，各维度所占分值情况如下：

1. 国内外发展调研分析情况（分值：6 分）；
2. 研究思路合理性（分值：7 分）；
3. 技术路线可行性（分值：10 分）；
4. 工程可实现性（分值：9 分）；
5. 模型合理性（分值：8 分）。

#### （二）客观分（共 60 分）

测试指标实现情况 60 分。

目标测试指标包括：

1. 功能完整性：矩阵计算模块实现正确、卷积运算模块实现准确；（15 分）
2. 性能优化：执行时间短、吞吐量高者得分高；内存占用低、带宽利用率高者得分高；（20 分）
3. 创新性：并行算法的独特性，OpenCL 特性的活用程度、如动态并行、事件同步；（15 分）
4. 文档质量：内容清晰、技术深度可观；测试验证充分、

数据可靠。（10）

## 七、作品提交时间

2025 年 5 月-8 月，各高校组织学生参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2025 年 8 月 10 日前，各参赛团队通过大赛申报系统提交作品，并同时寄出实体作品，具体要求详见作品提交方式。

2025 年 8 月底前，由大赛组委会会同发榜单位共同完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2025 年 9 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品，冲刺攻关参加终审擂台赛，角逐“擂主”。

## 八、参赛报名及作品提交方式

### （一）报名方式

1. 参赛选手登录“挑战杯”官网 [2025.tiaozhanbei.net](http://2025.tiaozhanbei.net)，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

2. 申报人在报名表对应位置加盖所在学校公章。

3. 将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

4. 系统开放报名时间为 2025 年 5 月 30 日—6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

### （二）作品提交方式

参赛团队须不晚于 2025 年 8 月 10 日同时以以下两种方式提交参赛文件：

1. 以光盘的形式提交，邮寄信息为：张老师,19972617705,湖北省武汉市洪山区卓豹路 599 号武汉凌久微电子有限公司。

2. 通过赛事申报系统提交

提交时请将报名表、报名信息统计表、材料文档和源代码整理为压缩包，并命名为：参赛单位+团队负责人姓名+联系方式+作品命名.zip（注：压缩包内每份文件命名格式为：“参赛单位+团队负责人姓名+ 文件名称”）。

注：8 月 10 日为光盘寄出的截止时间，逾期寄出的或不符合方案文件规定要求的参赛文件不予受理。

## **九、赛事保障**

可提供赛题相关内容的指导帮助、凌久 GPU 硬件板卡借用与赛题目标平台驱动软件包、赛题相关代码框架及测试用例。

## **十、设奖情况及奖励措施**

### **（一）设奖情况**

根据评分规则，综合评定参赛队伍。原则上设特等奖 5 个，一、二、三等奖若干。从特等奖获奖团队中决出 1 个“擂主”。一、二、三等奖获奖团队个数根据本选题揭榜团队数和揭榜作品质量确定。

2025 年“揭榜挂帅”擂台赛学生赛道获奖情况将按照一定分值计入第十九届“挑战杯”竞赛学校团体总分，具体



分值以第十九届“挑战杯”竞赛章程为准。

## （二）奖励措施

1. “擂主” 10 万元/队，特等奖（不含“擂主”）1 万元/队，一等奖 5000 元/队，二等奖 3000 元/队，三等奖 2000 元/队；

2. 揭榜本选题并获得名次（奖项）的团队有机会优先取得实习机会；

3. 揭榜本选题并获得特等奖的团队可获得本单位面试直通卡，直接进入单位次年招聘面试终面。

## （三）奖金发放方式

比赛结束后，比赛专班赛务组工作人员会与获奖团队取得联系，填写奖金确认函。待所有获奖团队提供银行卡等详细信息后 1 个季度内，统一以转账方式将奖金一次性发放至获奖团队提供的指定银行卡中。

## 十一、比赛专班联系方式

### 1. 专家指导团队

顾问专家：李老师，联系电话：15927098443

负责比赛期间技术指导保障。

### 2. 赛事服务团队

联络专员：张老师，联系电话：19972617705

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

### 3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-12:00；13:30-17:30）

## 附：发榜单位简介

武汉凌久微电子有限公司（以下简称“凌久微”）和中船凌久电子(武汉)有限责任公司（以下简称“凌久电子”）均为中国船舶集团有限公司第七〇九研究所控股的高新技术企业。

凌久微主要从事集成电路设计、计算机软硬件研发、测试与销售业务，拥有国内顶尖的图形处理器研发团队，形成了从芯片设计、底层驱动、中间件到图形应用系统完整的技术体系；拥有全自主设计 GPU/SoC/NPU 芯片产品，全国产 Deepthink 训推一体机，可同时满足高清显控、桌面办公、工业控制、人工智能需求市场。

凌久电子以嵌入式实时信号处理与高性能计算技术为基础，深耕船舶、航空、航天、轨道交通、海工装备、能源电力等高端工业领域，提供信号处理、显示交互、工业控制、操作系统等基础软硬件产品，以及电磁频谱感知、复杂电磁环境构建等定制化仿真产品。