2019年北京市科学技术奖提名公示内容（公告栏）

一、项目名称

异构数据中心中自适应编程环境技术的研究与应用

二、候选单位

1、中国科学院计算技术研究所

三、候选人

1、冯晓兵;2、赵家程;3、崔慧敏;4、刘颖;5、王蕾;6、吕方;7、陈莉;8、唐生林;9、霍玮;10、李丰;11、衷璐洁（首都师范大学）

四、项目简介.

随着云计算、互联网与物联网技术的快速发展，数据中心已经成为核心的计算和服务提供方。而伴随着大数据处理、高通量计算、人工智能等多样化应用在数据中心的广泛部署，传统的通用处理器难以满足来自于应用的性能、功能、延迟的多维度需求，“专用”的异构加速芯片成为数据中心发展的必然选择，也给自主可控的国产异构芯片的发展带来了新的历史契机。一方面，“通专结合、局部定制”的异构数据中心的结构特征给软件栈带来了“编程难、资源利用率低、优化难”三个关键挑战；另一方面，出于战略考虑和知识产权等因素，国产异构芯片通常采用自主架构，难以获得现有数据中心软件的直接支持，给其市场化推广和应用带来了极大的挑战。在973计划、863计划等项目支持下，我们开展了异构数据中心自适应编程环境的研究，为构建以自主可控的国产异构芯片为核心的数据中心提供了坚实的平台软件基础。

本项目主要技术发明点包括：

1）针对编程难问题，提出一个利用异构加速芯片进行数据处理的编程框架，可将异构芯片融入到已有的数据处理生态中，自动完成适配异构芯片的目标代码生成与优化，使得用户无需为异构芯片编程承担额外负担；

2）针对资源利用率低问题，提出基于两阶段技术的应用程序干扰模型低开销构建方法，能够精确地刻画数据中心中同时运行应用之间的干扰，将模型应用于数据中心资源管理中，可在保证服务质量的前提下有效提高资源利用率；

3）针对优化难问题，本项目聚焦在数据中心中高复杂度的图计算领域，发明了一种利用输入图特征对计算和同步实施优化的技术，采用基于延迟一致性的数据同步策略和基于关节点特征的计算重构解决了优化对输入的适应性。

本项目已获国家发明专利 25 项（含 1 项国际专利），发表学术论文 46 篇。该项目于 2019 年 1 月 10 日通过电子学会组织的科技成果鉴定，鉴定意见表明：“该成果是我国在自主可控领域急需的基础平台软件，显著提升了我国在异构数据中心编程方面的软件能力，整体技术达到国际先进水平，其中利用异构加速芯片进行数据处理的编程框架、用两阶段法构建应用程序干扰模型的建模方法、基于输入图特征进行图计算同步优化的处理方法达到国际领先水平”。

本项目自 2013 年投入使用以来，取得了 7170.33 万元的直接经济效益，有效支持了寒武纪、申威、中科睿芯等国产异构芯片上的应用开发与优化，填补了异构数据中心编程环境的技术空白，并在金融、高性能计算、视频处理等领域获得了实际应用，社会及经济效益显著。

五、主要支撑材料目录

5.1 知识产权支撑材料目录

序号	知识产权类别	名称	国（区）别	授权号	授权公告日	发明人	权利人
1	发明专利权	一种数据处理的方法及装置	中国	ZL201410223152.8	2019-02-12	崔慧敏，杨文森，谢睿	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
2	发明专利权	数据处理方法和中心节点	中国	ZL201410331030.0	2019-01-08	刘颖，崔慧敏	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
3	发明专利权	一种数据处理方法及相关设备	中国	ZL201310719857.4	2018-04-10	崔慧敏，谢睿，阮功，杨文森	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
4	发明专利权	程序性能干扰模型的确定方法及设备	欧洲	EP3046029B1	2018-01-17	崔慧敏，赵家程，冯晓兵	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
5	发明专利权	数据中心资源分配方法、装置及系统	中国	ZL201310201873.4	2018-05-29	赵家程，崔慧敏，冯晓兵	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
6	发明专利权	一种有向图的最小割获取方法及设备	中国	ZL201310244090.4	2018-03-13	王蕾，崔慧敏，冯晓兵	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所
7	发明专利权	一种最优网络最大流算法的选择方法和设备	中国	ZL201310354026.1	2017-11-03	王蕾，崔慧敏，吕方，冯晓兵	华为技术有限公司，中国科学院计算技术研究所

序号	知识产权类别	名称	标准类别	标准编号	标准发布日期	标准起草单位	标准起草人

序号	知识产权类别	论文(著作)名称	刊名/出版社	年卷期页码	发表时间(年月日)	通讯作者（含共同）	第一作者（含共同）	论文全部作者

1	论文	PPOpenCL: a performance-portable OpenCL compiler with host and kernel thread code fusion	Proceedings of the 28th International Conference on Compiler Construction	2-16	2019-02-16	崔慧敏	刘颖	刘颖，黄磊，伍明川，崔慧敏，吕方，冯晓兵，薛京灵
2	论文	An empirical model for predicting cross-core performance interference on multicore processors	Proceedings of the 22nd International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques	2013，201-212	2013-09-07	崔慧敏	赵家程	赵家程，冯晓兵，崔慧敏，颜友亮，薛京灵，杨文森
3	论文	Lazygraph: lazy data	Proceedings of the 23rd	2018，276-289	2018-02-24	崔慧敏	王蕾	王蕾，庄良吉，陈军航，崔慧敏，吕方，刘颖，冯晓兵

		coherency for replicas in distributed graph-parallel computation	ACM SIGPLAN Symposium on Principles and Practice of Parallel Programming					

五、主要支撑材料目录

5.2 国家法律法规要求的行业批准文件目录						
序号	审批文件名称	产品名称	审批单位	审批时间	批准有效期	申请单位

五、主要支撑材料目录

5.3 经济效益支撑材料目录							
序号	**候选单位**	**支撑材料种类**	**名称（限 20 字）**	**证明方**	**效益产生时间**	**项目收入（万元）**	**备注**
1	中国科学院计算技术研究所	项目收入明细表	项目收入明细表	多家	2019-09-09	719.14	
2	中国科学院计算技术研究所	技术转让合同（协议）	多核编程框架研究项目（一期）	华为技术有限公司	2016-03-23	433.4	
3	中国科学院计算技术研究所	技术转让合同（协议）	多核编程框架研究项目（二期）	华为技术有限公司	2016-12-14	126.28	
4	中国科学院计算技术研究所	技术转让合同（协议）	OpenCL 编译器	无锡江南计算技术研究所	2018-07-04	55.5	

六、提名意见

本成果是在国家973计划、863计划等项目支持下取得的重要科技成果，主要研究异构数据中心中自适应编程环境，在编程环境对异构芯片的自适应性、运行时系统对共生应用的自适应性、编译优化对输入数据的自适应三个层次上产生了高价值发明，在关键技术上有重要突破。　　取得的主要技术发明包括：利用异构加速芯片的数据处理编程框架、快速准确构建性能干扰模型的运行时系统技术、自适应输入图特征优化的图编程框架。授权发明专利25项，其中包括一项国际专利，在国内外刊物和国际会议上发表学术论文46篇。基于这些技术开发的自适应编程环境，已在国家超算无锡中心、北京中科寒武纪科技有限公司、北京中科睿芯科技有限公司等单位得到了成功应用，社会及经济效益显著。

提名该项目为北京市科学技术奖（技术发明奖）（一等奖和二等奖）