# 团体标准《泛在操作系统 第4部分：面向智能互联场景的任务调度技术要求》（征求意见稿）编制说明

## 一、工作简况

### （一）任务来源

本课题属于国家重点研发计划“先进计算与新兴软件”专项。中国电子商会于2024年11月18日发布关于《泛在操作系统》系列标准立项的公告，《泛在操作系统 第1部分：术语》团体标准正式立项，项目编号为CECC 2024-4-069。

研究揭示，在智能互联的泛在计算中环境下，存在“泛在资源异构异质、泛在数据立体交错、泛在互联云边协同、泛在控制多元介入”的特点，因此急需制定标准确保不同系统之间的互操作性，以满足泛在操作系统对于互联场景中任务调度的需求。针对人机物融合的泛在交互的智能互联应用场景，本标准规定了面向智能互联场景的任务调度技术要求，以满足泛在操作系统面向互联场景中任务调度的互操作性要求。

### （二）协作单位

本课题起草单位：之江实验室、杭州指令集智能科技有限公司。

本标准起草人：高丰、孙铭鸽、毛良献、陈旭东、王晓江、张北北、赵伟驰、王雪、牛昊一、袭向明、向甜、白永树、刘强、孙天宁、何繁、叶晨。

### （三）主要工作过程

1. **预研阶段**
   * 课题组对智能互联应用场景下的任务调度技术要求进行了深入调研，特别聚焦于通信流程、通信协议以及调度效能的评估指标与方法等关键领域。
   * 课题组收集并分析了国内外关于智慧互联互操作系统、泛在计算和物联网资源管理的相关技术标准和研究文献，重点研究不同国家和地区针对人机物融合的泛在交互的智能互联应用场景，实现异构资源的统一抽象和管理，基于应用运行时的调度等运行支撑等方面的技术方案。这不仅有助于解决当前智能互联环境中面临的诸多挑战，也为未来的技术创新奠定了坚实的基础。
2. **起草小组组建**
   * 根据各单位的专业优势和技术特长，组建了由操作系统专家、软件开发工程师、智能互联应用场景研究人员等多学科背景人员构成的起草小组。
   * 明确了起草小组各成员的职责和分工，确保标准起草工作有序进行。
3. **标准起草**
   * 2024年6月，起草小组开始起草《泛在操作系统 第4部分：面向智能互联场景的任务调度技术要求》。
   * 在起草过程中，充分考虑了智慧互联场景应用的特点及泛在操作系统在不同应用场景下的需求，重点针对高并发场景下的任务调度优化、以及跨平台通信协议兼容性等问题，进行了详细的技术规范。
4. **内部评审与修改**
   * 2024年10月形成标准初稿。各起草单位代表对标准初稿进行了细致的审查，从技术准确性、内容完整性、条款合理性、语言规范性等多个方面提出了修改意见和建议，起草小组根据内部审查意见进行修改完善。
   * 2024年11月通过团标立项评审。
   * 2025年3月形成标准征求意见稿。起草小组根据专家评审意见，对标准进行了修改完善，进一步优化了标准的结构和内容。

## 二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

### （一）编制原则

1. **科学性原则**
   * 本标准以智慧互联应用的技术特点和泛在操作系统的核心原理为基础，确保标准内容能够准确反映泛在资源管理、应用构造与运行支撑的技术要求。在标准起草过程中，参考了国内外智慧互联操作系统、物联网设备管理等相关研究成果，并借鉴了现有的技术规范，以保证标准的科学性和严谨性。
2. **实用性原则**
   * 标准的制定紧密结合智慧互联的实际应用需求，重点关注任务调度等关键问题。通过规范泛在操作系统的架构与功能，提高智慧互联中异构资源下任务管理和调度效率和任务互操作性，为相关企业和机构在智慧互联建设中提供可操作的技术依据和实践指南。
3. **协调性原则**
   * 充分考虑与现有国家标准、行业标准以及国际标准的协调性。在制定过程中，对相关标准进行了深入研究，避免与现有标准产生冲突，并尽量采用已有的通用技术术语和定义，确保本标准能够与其他相关标准相互衔接、配套使用。
4. **前瞻性原则**
   * 在满足当前智慧互联泛在操作系统技术需求的基础上，适当考虑未来技术发展趋势，为任务调度技术和调度效能的评估指标与方法等技术的创新和应用拓展预留一定的空间。例如，在任务调度技术的通信流程和通信协议兼容性方面，采用了灵活的设计方式，以便适应未来可能出现的新技术和新应用场景。

### （二）确定标准主要内容的依据

1. **技术需求分析**
   * 通过对智能互联场景下任务调度技术的深入研究和实际应用场景的分析，明确了泛在计算任务调度通信流程、协议以及效能评估在智慧互联场景中的关键作用。这种统一的任务抽象与调度能力不仅提高了系统的灵活性和响应速度，还促进了不同系统之间的互操作性，使得智能互联场景下的各种应用和服务能够更加无缝地协同工作。因此，制定一套针对智能互联场景的任务调度技术标准显得尤为重要，它将为解决上述挑战提供指导原则和技术框架。
2. **行业最佳实践**
   * 借鉴了行业内在智能互联场景任务调度技术应用方面的最佳实践经验。起草单位在智能互联操作系统、物联网资源管理及智能应用开发方面积累了丰富的技术和实践经验，这些经验在标准制定过程中得到了充分体现。例如，在任务的抽象管理、应用构造与运行支撑等方面，参考了部分企业在智能互联应用中的实际需求和实现方式，确保标准内容具有可操作性和实用性。
3. **相关标准参考**
   * 参考了国内外智慧互联场景、泛在计算、操作系统及物联网资源管理相关的标准，以及标准化文件的结构和起草规则。如 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》为本标准的结构和编制提供了规范依据。同时，还借鉴了部分国际标准中关于泛在计算、智能调度、跨平台兼容等方面的规定，使本标准在内容上与国际标准接轨，提高了标准的通用性和适用性。

## 三、主要试验（或验证）的分析、综述，技术经济论证，预期的经济效果

### （一）主要试验（或验证）的分析、综述

1. **接口功能验证**
   * 本标准的接口功能验证围绕泛在操作系统（UOS）任务调度全流程展开，重点验证了资源注册、需求发布、任务匹配和服务部署等核心接口的兼容性与可靠性。通过模拟智能互联场景下的异构资源接入（如边缘计算节点、云端服务器、物联网设备），验证了资源描述字段（CPU/GPU/内存/网络）的动态识别能力。例如，在资源注册接口测试中，验证了USCP提供的异构资源清单（计算、存储、网络）能够被UOSO统一抽象为标准化描述模型；在任务下载接口验证中，测试了任务执行单元与泛在异构软硬件资源（UHSHR）的匹配成功率，确保带宽、时延等网络约束条件符合协议要求。
   * 在接口功能验证过程中，发现了一些在实际应用中可能出现的问题，如部分接口在跨平台调用时存在性能损耗的情况。针对这些问题，起草小组对标准中的接口参数和调用方式进行了优化调整，以提高接口的性能和稳定性。
2. **接口一致性验证**
   * 基于本标准第6章“泛在计算任务通信协议”的字段定义，开发了协议一致性测试工具，覆盖通用字段、数据描述字段（输入/输出通道）、资源描述字段（资源限制/需求）等核心内容。通过自动化脚本模拟多节点协同场景，验证了任务状态字段（如`status.conditions`中的`phase`状态机）在不同执行阶段（未运行、运行中、成功/失败）的同步一致性。测试结果表明，任务关系描述字段（DAG依赖关系）能够准确传递父子节点间的执行顺序，确保任务执行单元间数据传输的时序符合设计要求。

### （二）技术经济论证

1. **技术可行性**
   * 本标准的技术框架基于泛在操作系统（UOS）的异构资源统一抽象能力，通过定义任务调度通信协议（第6章）和效能评估指标（第7章），实现了跨平台资源调度算法的可插拔式扩展。例如，任务分解后的执行单元可通过DAG依赖关系动态分配至边缘端或云端，支持Spark、Kubernetes等多种调度引擎。关键技术如资源预测模型（基于历史Profile数据）和带宽动态分配机制（网络字段`ingress/egress-bandwidth`）已通过原型系统验证，在智能制造、智慧城市等场景中实现任务完成时间缩短20%以上。
2. **经济合理性**
   * 通过标准化任务调度流程（标准文档第5章），可减少异构系统间30%以上的适配开发成本。以智能工厂为例，USCP提供的GPU资源可通过统一资源注册表实现跨产线复用，降低硬件冗余采购费用；同时，任务状态字段的标准化定义（标准文档表4）能够减少运维监控系统的定制化开发投入。据测算，采用本标准后，企业任务调度系统的综合部署成本可降低15%-25%，长期经济效益显著。

### （三）预期的经济效果

1. **提高产业竞争力**
   * 本标准通过定义任务调度效能评估指标（如数据吞吐率、任务加载时间），为泛在操作系统的性能优化提供量化依据。例如，在智能工厂网场景中，基于标准文档公式（1）的吞吐率指标可优化边缘节点的计算资源分配策略，提升车辆协同决策效率，助力车企在智能驾驶领域的技术领先。
2. **推动行业发展**
   * 本标准填补了智能互联场景下任务调度技术规范的空白，通过统一通信协议（如资源描述字段中的`limit`与`require`）促进跨行业资源共享。例如，农业物联网设备与工业机器人的算力可基于同一标准实现动态调度，推动“泛在计算”生态的跨领域融合。
3. **降低社会成本**
   * 通过规范资源注册、任务匹配和服务部署流程（标准文档第5章），可减少因协议不兼容导致的重复建设。以智慧城市为例，市政管理平台可通过本标准整合交通、安防等子系统资源，降低20%以上的系统集成与运维成本。

## 四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国内同类标准水平的对比情况

### （一）采用国际标准和国外先进标准的程度

目前，国际上在智慧互联、泛在计算和物联网领域虽有相关标准，但尚未形成针对智慧互联泛在操作系统的统一标准。本标准在结合国内智慧互联应用需求的基础上，对任务调度通信协议和效能评估等方面进行了详细规范，相较于国际同类标准，增强了对智慧互联复杂应用场景的适应性。

### （二）与国际、国内同类标准水平的对比情况

1. **与国际同类标准对比**
   * 相较于ISO/IEC 30128，本标准细化了智能互联场景下的DAG任务分解模型（标准文档第3.6条）和关系描述字段（标准文档表5），强化了对复杂任务流的支持；
2. **与国内同类标准对比**
   * 与工业信息化部办公厅关于印发《云计算综合标准化体系建设指南》相比，本标准首次提出“泛在异构软硬件资源（UHSHR）”的统一管理模型（第3.5条），并在通信协议中明确了网络带宽的动态配置规则（表3注1/注2），技术颗粒度更精细。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准在制定过程中，严格遵循我国现行的法律法规要求，确保标准内容不与法律法规相冲突。同时，本标准与现行的强制性标准保持协调一致。此外，资源注册流程与《云计算服务安全评估办法》的合规性审查机制相衔接，确保泛在异构软硬件资源的接入安全。

## 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草过程中，起草小组成员就标准的技术内容、适用范围和实施方式等方面进行了充分讨论，未出现重大分歧意见。对于部分技术细节，如资源管理方式等，起草小组通过查阅相关技术文献、对比国内外标准、进行实验验证，并结合智能互联应用需求，最终达成一致意见，确保标准内容的科学性和可行性。

## 七、标准作为团体标准的必要性

1. **满足特定行业需求**
   * 当前智能互联场景缺乏统一的资源调度规范，导致跨平台任务协同效率低下。本标准通过定义任务调度全流程（第5章）和通信协议（第6章），为智能制造、智慧能源、未来社区等行业提供跨系统协同的技术依据。
2. **促进技术创新与交流**
   * 本标准支持可插拔式调度算法（图1中2.b），鼓励企业研发适配不同场景的智能匹配模型，并通过效能评估指标（第7章）建立技术迭代的基准，推动产学研合作。
3. **填补标准空白**
   * 目前国内尚无针对泛在操作系统任务调度的专项标准，本文件的发布将完善“人-机-物”协同技术标准体系，支撑《国家新一代人工智能发展规划》中泛在智能基础设施的建设目标。

## 八、贯彻标准的要求和措施建议

### （一）贯彻标准的要求

1. **宣传推广**
   * 积极开展本标准的宣传推广工作，通过举办标准宣贯会、技术研讨会等形式，向会员单位和相关企业、机构介绍本标准的内容、意义和作用，提高标准的知晓度和影响力。
2. **培训教育**
   * 组织开展针对本标准的培训教育活动，邀请标准起草专家对相关人员进行培训，使其深入理解标准的技术内容和实施要求，为标准的贯彻实施提供人员保障。
3. **示范应用**
   * 鼓励部分有条件的会员单位率先开展本标准的示范应用，通过实际应用案例展示标准的可行性和有效性，为其他企业和机构贯彻实施标准提供借鉴经验。

### （二）措施建议

1. **建立监督机制**
   * 建立对本标准贯彻实施情况的监督机制，定期对会员单位和相关企业的标准执行情况进行检查和评估，确保标准得到有效贯彻实施。
2. **反馈与改进**
   * 在标准贯彻实施过程中，建立反馈渠道，及时收集企业和机构在应用标准过程中遇到的问题和意见，以便对标准进行适时的修订和完善，提高标准的适应性和实用性。

## 九、废止现行有关标准的建议

本标准为新制定的团体标准，不存在废止现行有关标准的情况。

## 十、其他应予说明的事项

无。