附2

国家重点研发计划颠覆性技术创新重点专项

“面向基础科学挑战性难题的大模型关键技术研究”

项目基本信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 |  | | |
| 方向领域 | □集成电路与微纳系统 ☑人工智能与信息系统  □科学仪器与新型实验系统 □生命健康  □能源资源与环境 □先进制造与运载系统 | | |
| 项目类型 | ☑新的技术突破 □现有技术颠覆性集成创新  □现有技术颠覆性应用 □其他类型 | | |
| 创 新 性 | ☑世界首创且领先  □原创性强，国际一流  □国内领先 | 项目阶段 | □极早期  ☑早期  □中期  □近期 |
| 应用场景 | 说明本项目应用场景，该场景对全球及我国经济、社会的重要影响及演化趋势。本项目为场景提供的主要技术功能、关键作用。限100字以内  **高端符号计算软件被国外垄断，且在量子场论费曼图计算等难题上遭遇性能瓶颈。本项目旨在开创大语言模型驱动的符号计算新范式，为这些关键难题提供超越传统方法的求解能力，在复杂不定积分等核心计算领域实现突破，为我国基础科学原始创新提供自主可控的新利器。** | | |
| 颠覆对象  及痛点 | 拟颠覆的技术或产品、主要痛点（即急需解决的重要技术经济问题）等情况。限300字以内。  **本项目的颠覆对象为以 Mathematica 为代表的传统符号计算系统，及其背后依赖确定性算法与启发式规则的技术范式。其核心痛点源于技术架构的根本性限制：当面对复杂不定积分等难题时，其依赖人工编码的搜索算法在处理组合复杂度爆炸问题时，会因计算量指数增长而失败，形成“算不动”的性能瓶颈；同时，其求解路径被固化的人类知识库所束缚，缺乏探索新路径的“直觉”，造成“不会算”的方法瓶颈。此双重瓶颈已成为限制理论物理等基础科学向前发展的直接技术障碍。而美国对我国部分单位的软件禁运，则使这一挑战雪上加霜，将技术瓶颈问题激化为事关科研主权的“卡脖子”危机。因此，本项目不仅是技术补缺，更是打破封锁、实现我国基础科学研究工具自主可控的战略性举措。** | | |
| 总体目标、颠覆性创新点及战略价值 | 总体目标，与颠覆性对象相比主要优势、劣势及创新点（特别是痛点解决方面），对全球技术变革、产业进步的支撑或引领作用，对国家战略需求及竞争地位的影响。限350字以内。  **总体目标： 聚焦不定积分等符号计算难题，打造基于大语言模型的的新一代符号计算引擎，在关键领域实现对以Mathematica为代表的传统系统的范式超越。**  **颠覆性创新： 我们的核心优势在于，以大语言模型的“数学直觉”替代传统系统的确定性搜索。此创新从根本上解决了传统技术在处理复杂不定积分等问题时，因组合爆炸导致的“算不动”、以及因知识固化带来的“不会算”的双重瓶颈。相对于传统方法的劣势在于探索成本较高，但其优势是具备自主学习与进化能力。**  **战略价值： 该技术将引领“AI赋能基础科学”的研究新范式，为基础科学探索提供更强大的工具。对我国而言，它更是在关键符号计算领域打破“卡脖子”封锁、实现核心科研工具自主可控的战略性举措，将助力我国在全球科技竞争的核心赛道上抢占先机。** | | |
| 技术内容  当前基础 | 主要技术原理及路线、关键技术研发进展。限350字以内。  **本项目的技术路线，是将不定积分等复杂符号计算问题，置于一个序贯决策的框架下进行求解。在此框架内，我们创新性地引入大语言模型（LLM）作为具备“数学直觉”的策略网络，负责在包含上万条规则的庞大集合中进行智能决策；同时，借鉴并发展DeepSeek提出的强化学习算法对LLM进行端到端优化，训练其自主探索人类难以企及的高效求解路径。此路线旨在用AI的探索式智能，取代传统算法的穷举式搜索，从根本上解决其“算不动”与“不会算”的双重瓶颈。**  **我们已为此奠定坚实基础。团队运用统计物理原理深度剖析了此类强化学习算法的有效性，并在此基础上提出了一个面向基础科学问题、更高效的原创学习算法。该原创算法已成功应用于量子场论圈图计算这一标志性难题，初步验证了其解决顶尖复杂符号计算问题的可行性与巨大潜力。下一步，我们的重点是将此已验证的技术从圈图计算推广至更通用的不定积分及其他复杂符号计算场景，最终形成一套完整的自主可控的解决方案。** | | |
| 知识产权及产业化条件 | 知识产权来源及使用条件、供应链完备情况。限100字以内。  **本项目知识产权清晰，核心算法为自主研发。技术栈依托全球主流开源社区，无商业授权限制，确保了供应链的根本安全。方案已实现自主可控，不依赖任何特定专有软硬件，产业化条件基本具备。** | | |
| 实施计划及预期成果 | 项目任务规划，本期主要任务及预期取得的成果形式、阶段和水平等。限200字以内。  **第一年（本期任务）： 聚焦不定积分问题，研发核心AI引擎与原型系统。预期成果为可解决传统系统“算不动”难题的原型软件及技术报告，在多个典型难题的求解上达到或超越国际领先水平。**  **第二年： 将技术能力扩展至微分方程等更广泛的符号计算任务，并探索在量子场论等前沿领域的应用。预期成果为功能更完善的符号计算套件及系列应用案例，形成可推广的“AI+符号计算”技术范式。** | | |
| 主要风险 | 项目存在的主要风险。限100字以内。  **项目主要风险为性能风险，即基于大语言模型的探索式求解的计算开销可能过高，导致性能瓶颈，在部分问题上效率反而低于传统确定性算法。这一问题可以通过开发符号计算专有的小规模语言模型进行解决。** | | |