

人工智能技术在集成电路中运用分析

关 涛

三一智造（深圳）有限公司 518106

摘要：在社会经济和科学技术持续高效发展的环境背景下，人工智能技术以及集成电路产业逐渐成为我国科技发展的重要助力和支柱，也是我国未来科技领域发展的重要方向。近年来我国集成电路产业整体发展脚步日渐提升，在集成电路广泛应用和深入发展的时代背景下，传统生产模式已不再能全面满足发展需求和要求，与此同时也应将人工智能技术与之进行有机结合，方能让集成电路的研发以及生产等工作效率得到显著提升。基于此，本文就人工智能在集成电路中的运用特点进行简要分析，并针对相关运用途径开展深入分析，以供参考。

关键词：人工智能技术；集成电路；运用路径

伴随社会科技水平的不断提升，我国对于人工智能技术与集成电路产业融合以及发展的关注力度和重视程度日渐提升。具有较高性能和智能化，且整体体积和功耗可控已成为集成电路研发方向。现阶段我国在集成电路方面已取得一定成果，但是整体发展水平相较于欧美国家依旧存在一定差距。伴随集成电路规模化发展进程不断加快，并在广泛应用与深入推广的影响和作用下，以往错采用的较为固化的集成电路生产模式以及工艺已不再符合现代生产需求和要求，应有机结合人工智能技术实现工作效率的提升，为我国集成电路达到世界水准提供必要支持。

1 人工智能技术在集成电路中的运用特点

结合人工智能实际发展状况而言，计算机技术作为人工智能发展的重要支撑，伴随计算机技术的不断创新与发展，人工智能概念得以提出并发展。人工智能技术的关键节点为算法的研究和应用^[1]。结合对相关数据以及资料的分析可以得出，人工智能算法与计算机软件内容具有紧密联系，而要想实现计算机系统功能得以充分发挥和进一步强化，则需以计算机硬件性能作为支持和支撑完成相应工作。伴随时代脚步的不断推进以及科学理念的不断发展，人们提出了在以计算机芯片数据处理功能作为雏形和依据的条件下，围绕数字化集成电路相关零配件的算法统筹工作进行科学编辑和合理调整，以此为开展智能化创新与发展打下坚实基础。基于此，在以高性能计算机硬件作为支撑和雏形开展人工智能软件设计以及应用工作过程中，可将智能算法与芯片电路设计工作进行有机结合。

2 人工智能技术在集成电路中的运用途径

2.1 故障分析诊断

在集成电路实际运行期间电气设备故障问题时有发生，而此类问题发生的主要原因在于，在开展集成电路系统故障设计工作过程中相关工作人员并未针对整个设备运行潜在问题展开全面分析和综合评估。将人工智能技术与集成电路系统进行有机融合，则可利用技术优势，实现对集成电路运行故障的精准预测和科学评估。例如某机械在实际运行过程中，先后科学设置两个限位开关，其相应的 PLC 输入地址分别为 X001 和 X002，其中需要引以关注和重视的是，两个信号在正常运行期间不会同时处于 NO 状态。倘若这两个信号同时处于 NO 状态，则可表明至少有一个限位开关被卡死，在此种情况下，应立即停机采取相应科学可行的措施进行处理，相关程序图如图 1 所示。

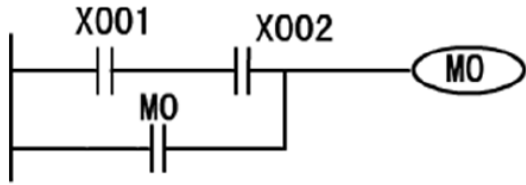


图 1 错误检测程序

2.2 人工智能技术在集成电路设计中的运用

结合现阶段发展状况来说，我国在集成电路方面已取得一定成果，例如，华为公司所研制并推行的麒麟芯片已将全球最为先进的纳米工艺与之进行完美融合。在进行集成电路设计与规划过程中，所采用的电子元器件以及连接模型整体具有一定多样性和多元性，凭借对诸多电子元器件以及连接模型的合理运用，形成具有某种特殊功能的电路，整个工作流程具有显著的复杂性和多元性。在实际设计期间，要求相关工作人员针对电子元器件及其连接线的 ESC 保护、信号干扰以及散热等问题展开综合评估和全面考量，同时，还需借助多种实验予以支撑和辅助。倘若只依靠人脑进行集成电路设计工作，结合现阶段集成电路复杂程度来说，在不断创新与发展中，人脑将难以满足集成电路发展需求。凭借对人工智能技术方面专业知识的深入学习和灵活运用，能够为实现集成电路设计得以科学优化打下坚实基础，基于人工智能技术的集成电路图纸整体快捷性、精准性以及可靠性能够得到进一步强化的同时，也让整体设计水平以及工作效率得到适时提升。人类与机器学习芯片在集成电路设计方面的对比如表 1 所示。结合实验结果可以看出，借助低功耗机器学习芯片的集成电路设计效率相较于人类工作效率高出 20%。

表 1 人类与机器学习芯片在集成电路设计方面的对比

对比项	代理时长	代理拥塞度
人类专家	0.10135	0.76060
低功耗机器学习芯片	0.07430	0.60646

2.3 优化软件算法，实现集成电路智能优化

人工智能（AI）技术与集成电路（IC）的结合是实现高效、高性能 AI 应用的关键。AI 算法的实现需要大量的计算和存储资源，传统的通用处理器（如 CPU）由于其设计原则和体系结构往往难以满足这些需求。因此，针对 AI 应用特性设计和优化的硬件，如图形处理器（GPU）、张量处理器（TPU）以及各种专用 AI 芯片，成为了 AI 技术发展的重要驱动力。比如以自动驾驶汽车的 AI 芯片设计为例，主要流程如下。

2.3.1 需要明确AI应用的需求

主要包括计算能力、能耗、成本、实时性等。例如,对于需要大量并行计算的深度学习应用,可能需要设计能够支持大规模并行计算的芯片。这是因为深度学习的算法通常涉及到大量的矩阵运算,这些运算过程之间具有很高的并行性。如果能设计出一种芯片,能够在硬件层面支持这种并行计算,便可以大大提高计算效率,降低运算时间。此外,对于深度学习应用来说,计算能力的需求也非常高。因为深度学习算法需要处理的数据量通常都非常大,如果计算能力不足,就无法在合理的时间内完成计算。因此,设计出具有高计算能力的芯片也是至关重要的。这就需要从硬件结构、算法优化等多个角度进行设计,以提高芯片的计算能力。另一个需要考虑的因素是能耗。大规模并行计算的深度学习应用,通常会产生大量的热量,如果不加以控制,可能会对芯片的寿命产生影响。因此,需要设计出既能满足计算需求又能控制能耗的芯片。这就需要采用新的技术,例如低功耗设计技术,以减少芯片的能耗。至于成本和实时性,这两个因素一般都需要在设计初期便加以考量。成本主要取决于芯片的制造成本和能耗,而实时性则取决于芯片的计算速度和并行计算能力。因此,需要在设计过程中,充分考虑这两个因素,以设计出既经济又能满足实时性要求的芯片。总之人工智能技术在集成电路设计中的应用,不仅可以提高计算效率、降低能耗,还可以降低成本、提高实时性。但同时也要注意,人工智能技术的应用也带来了新的挑战,例如如何设计出能够支持大规模并行计算的芯片,如何提高芯片的计算能力等。这些都需要我们在未来的研究中,进一步探索和解决。

2.3.2 在明确需求后,需要进行硬件设计

主要包括选择适当的芯片架构(如CPU、GPU、ASIC、FPGA等)、设计计算模块和存储模块、确定芯片尺寸和功耗等。以高并行计算能力的需求为例,设计人员大多会选择多核处理器作为基础架构,因为多核处理器可以并行处理多个任务,从而大大提高计算效率。同时,利用特定的指令集,如SIMD(Single Instruction Multiple Data)能够同时对多个数据进行相同操作,进一步提高并行计算能力。对于低功耗的需求,设计人员一般会选择采用低功耗的处理器架构,比如ARM架构。此外,通过优化处理器的运行状态,比如在不需要高性能计算时,将处理器设置为低功耗模式,同样可以降低能耗。在电路设计阶段,也可以采用低功耗的设计技术,如动态电压和频率调整(DVFS)等。在成本控制方面,硬件设计时需要考虑如何在满足性能需求的同时,尽可能降低硬件成本。这可能需要利用尽可能少的硅片面积,或者选择成本效益更高的元器件。在设计过程中,可以采用电路级和系统级的优化手段,以降低成本。对于实时性的考虑,硬件设计需要满足特定的响应时间。在此基础上,可能需要设计出能够快速处理任务的处理器。另一方面,也需要设计出能够快速访问和处理数据的存储系统。在这个过程中,需要兼顾处理器、存储系统和其他系统组件的性能和时序。总的来说,硬件设计是满足人工智能应用需求的关键环节之一。设计者需要根据具体的应用需求,选择合适的硬件架构和设计策略,以实现高效能、低能耗、低成本和高实时性的目标。同时,也需要考虑到新的技术发展,如新的处理器架构和低功耗技术等,以不断优化硬件设计。

2.3.3 硬件设计完成后,需要进行软件优化,充分利用硬件资源

主要包括优化算法的并行性,减少数据传输和同步的开销,以及针对特定硬件架构的代码优化等。在算法优化方面,

可以通过选择或设计更为高效的算法来提升性能。例如,在深度学习应用中,卷积神经网络(CNN)在处理图像数据上有着天然的优势,通过优化卷积算法,如使用Winograd算法,可以减少计算复杂度,提高运算效率。编程模式优化则是针对硬件特性进行的优化。例如,对于拥有多核心的处理器,可以采用并行编程模式,将任务分解到各个核心上执行,从而提升整体计算效率。另外,针对具有向量处理能力的处理器,可以采用向量化编程,充分发挥硬件的并行计算能力。在系统优化方面,主要是对操作系统、编译器、运行库等进行优化。操作系统的优化主要是优化任务调度、内存管理等,以更好地支持并行计算和高效运算。编译器的优化则是通过优化编译策略,如循环展开、函数内联等,提高程序运行效率。而运行库的优化则是提供高效的函数实现,如BLAS(Basic Linear Algebra Subprograms)库提供了高效的线性代数运算函数。软件优化的目标是充分利用硬件资源,提高运行效率,降低能耗。在实际应用中,软件优化通常需要结合具体的硬件特性和应用需求,进行多层面、多角度的优化。例如,对于深度学习应用,可以通过优化神经网络结构、数据预处理方法、训练策略等,来提高训练和推理效率。

2.3.4 在硬件设计和软件优化完成后,制造硬件

通常涉及半导体制程技术,包括光刻、刻蚀、离子注入等步骤。首先,硬件制造需要遵循设计的规格和要求。设计师在设计过程中,会制定出详细的硬件规格,包括尺寸、形状、材料等。这些规格在硬件制造过程中,需要严格遵循,以确保硬件的性能和功能。在硬件制造过程中,一个关键的步骤是光刻。光刻是利用光的性质,将设计的图案转移到硅片上。这个过程需要非常精确,因为硬件的性能和功能很大程度上取决于光刻的精度。其次是刻蚀和离子注入。刻蚀是将光刻后的硅片进行化学处理,去除不需要的部分,留下需要的图案。离子注入则是将硅片进行离子束照射,改变硅片的电子结构,以实现预期的电性能。最后,硬件制造还包括测试和封装。测试是检查硬件是否满足设计要求,是否存在缺陷。如果发现问题,需要进行修复或重新制造。封装则是将硬件装入保护壳中,以保护硬件,提高其耐用性。

2.3.5 将硬件和软件集成到系统中

主要包括安装操作系统、安装和配置AI软件框架(如TensorFlow、PyTorch等)、进行系统测试等。总之,基于AI,实现集成电路智能优化,要求在设计和实现AI硬件时,根据具体的应用需求和环境条件,灵活地调整和优化上述要素,以实现最优的系统性能。

3 结束语

总而言之,人工智能技术与集成电路二者间存在极为紧密的相互促进关系,人工智能技术在集成电路的故障分析诊断、设计研发以及动态调度等方面发挥着极为重要的作用。此种应用模式的全面落实与深入发展是时代与科技创新的必然趋势,人工智能技术与集成电路科技产业的有机结合则为科技未来发展的重要方向,这就要求相关行内人员针对其展开更为深入的探索和研究,以此为人工智能与集成电路产业的协同发展提供强劲助力和强有力保障。

参考文献

- [1] 李敏. 试析人工智能技术在集成电路中的应用[J]. 科技风, 2022, (32): 19-21.
- [2] 徐君怡. 人工智能技术在集成电路中的应用研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(06): 165-167.