

MCU迎来变革之年

本报记者 许子皓

微控制器(MCU)作为嵌入式系统的核心组件,凭借其强大的控制能力和广泛的适用性,在工业控制、汽车电子、消费电子、物联网等众多领域中扮演着不可或缺的角色。在刚刚过去的2024年,MCU也随着AI的赋能发生蜕变,众多厂商推出带AI功能或集成NPU的MCU,促进了新能源汽车和工厂智能化等技术的发展,也激活了MCU市场,因此,2024年也被称为MCU的AI元年。步入2025年,伴随着AI技术的进一步深度赋能,以及汽车、工业、消费电子、物联网等领域的新一轮强劲需求,MCU行业将迎来技术革新与市场变革的关键节点,诸多趋势逐渐浮现。



呈现三大技术发展趋势

当前,MCU在技术层面呈现出三大发展趋势,分别为AI融合、集成度提升、架构创新与制程迭代,这也是各大企业技术竞争的关键焦点。

在智能物联、智能工控、汽车电子等新兴领域的快速发展下,MCU的应用场景不断拓宽,市场需求不断提升。但这些新兴领域对于MCU的性能要求也在提升,包括更低的功耗、成本,更高的实时性、可靠性等。于是,将边缘AI技术融入MCU就成了厂商解决这一难题的秘诀。

兆易创新MCU事业部产品市场总监陈思伟表示:“边缘计算的需求正在推动AI算法与MCU的深度结合。MCU不再局限于传统控制功能,而是逐渐集成AI推理能力,用于图像识别、语音处理、设备预测性维护等场景。”

边缘AI技术可以使MCU兼顾更高性能的数据处理任务,实现实时决策功能。例如,在智能工控领域,需要系统执行太阳能和储能系统中的电弧故障检测,以及用于预测性维护的电机轴承故障检测等功能,边缘AI帮助MCU对设备和传感器收集的数据进行实时分析和处理,提供更准确的决策,使系统实现更高的故障检测准确率。

因此,AI与MCU融合成为了当下MCU技术发展的核心趋势和重要突破点。

市场研究机构预测,到2025年,具备AI功能的MCU产品将在市场中占据重要地位,其应用场景将覆盖汽车电子、智能家居、智能穿戴、工业自动化、智能安防等多个领域。在此趋势下,众多MCU大厂纷纷布局此赛道。

例如,瑞萨推出的RA8系列MCU,是业界首款基于Arm Cortex-M85(CM85)内核的32位MCU,其内部部署了Arm Helium技术,相比基于Arm Cortex-M7处理器的MCU,该技术可将数字信号处理器(DSP)和机器学习(ML)的性能提高4倍;德州仪器推出其首款集成神经处理单元(NPU)的实时MCU产品(TMS320F28P55x系列C2000 MCU),这款MCU借助边缘AI的计算能力,可以实现高精度、低延迟的故障检测,故障检测准确率达到了99%;兆易创新推出了GD32F5、GD32H7、GD32G5等系列产品,满足了下游市场对于高性能、低功耗和灵活扩展的需求,推动工业智能化和边缘计算的发展。

此外,轻量级AI框架(如TensorFlow Lite for Microcontrollers)正在不断发展和完善,也为AI与MCU的融合提供了技术保障。这些框架能够在有限的硬件资源下高效运行AI算法,降低了开发门槛,使得更多的MCU开发者能够将AI技术应用到自己的产品中。

瑞萨电子全球销售与市场副总裁、瑞萨电子中国总裁赖长青指出,当前,AI正在从云端向边缘端延伸,以实现更快速、更实时的数据处理和分析。在这种趋势下,MCU需要做出以下调整以增强AI计算能力:一是集成AI加速器,如神经网络加速器或者专用的向量处理器,以提升AI推断与训练任务的执行速度;二是优化能效比,旨在保持卓

越性能的同时,有效减少功耗,从而延长设备的运行时间;三是强化安全保障,在芯片上集成数据加密、安全引导和安全存储,以保护用户数据不受攻击;四是支持多模式感知;五是优化系统集成,通过提供丰富的硬件接口和强大的软件支持,方便开发人员将AI功能无缝融入边缘设备之中。

在集成度方面,MCU正朝着更高集成度的方向发展,通过将多个功能模块(如AI加速器、通信模块、传感器、存储器等)集成到单个MCU芯片中,简化设计复杂性,减少设备的整体尺寸和功耗,从而降低成本并提高可靠性。

比如英特尔Atom系列MCU,就集成了多核处理器、图形处理单元、I/O接口等功能,满足物联网等领域对设备小型化、多功能化的需求。预计2025年,集成度超过50个功能的MCU产品将占据市场主导地位。

在架构与制程方面,随着MCU需要处理的数据量不断增加,对计算性能的要求越来越高。因此,多核异构将成为MCU发展的重要趋势。通过引入多核处理器,MCU可以同时处理多个任务,提高系统的并行处理能力。此外,不同应用对于资源需求的多样化,促使MCU设计向定制化方向发展,以支持用户根据特定应用需求定制硬件和软件资源,从而提供更强的灵活性。工艺的进步也对MCU性能提升和功耗降低起到了关键作用。目前,28纳米、18纳米甚至更微缩的先进制程技术正逐渐被MCU采用。采用先进工艺的MCU在运行相同任务时,功耗相比传统工艺可降低30%-50%,性能提升2-3倍,为构建低功耗、高性能的MCU产品提供了有力支持。

三大领域驱动产业高速增长

近年来,全球MCU市场虽然有较为低迷的阶段,但整体展现出增长势头,Yole的研究报告显示,2023年全球MCU市场规模约为282亿美元,预计至2028年,将以5.5%的年复合增长率达到388亿美元,到2030年更有望攀升至582亿美元,其增长潜力不容小觑。其中,中国MCU市场随着国内产业升级、智能制造战略的深入推进,以及物联网、汽车电子等领域的快速发展,市场需求旺盛。预计到2025年,中国MCU市场规模将超过3000亿元,并成为全球MCU产业增长的重要引擎。

从应用领域来说,汽车电子是MCU市场的主要驱动力。在汽车电动化、智能化、网联化的变革浪潮下,每辆汽车所搭载的MCU数量呈爆发式增长。传统汽车一般仅需几十个MCU,而新能源汽车和智能汽车对MCU的需求高达数百个。从发动机控制、车身控制、安全系统,到智能座舱、智能驾驶、电池管理等各个环节,MCU都发挥着不可替代的关键作用。

以智能驾驶为例,随着自动驾驶级别从L2向L4、L5迈进,对MCU的处理性能、安全性和可靠性要求呈指数级提升。为了处理来自雷达、摄像头、激光雷达等多种传感器的海量数据,并在短时间内做出精准

的驾驶决策,高性能、高可靠性的车规级MCU成为市场的迫切需求。并且在车联网系统中,MCU不仅需要支持多种通信协议和接口,还需要集成更多的功能模块和外设资源,以支持车联网中的各种应用场景。预计到2025年,全球汽车MCU市场规模将持续增长,中国车规级MCU市场规模将达到45.93亿美元,年复合增长率为11.22%。

未来,随着新能源汽车渗透率进一步提高,MCU在汽车领域的应用前景将更加广阔。赖长青在接受《中国电子报》记者采访时表示:“一方面,汽车零部件的电子化转型将催生巨大的增量市场,例如电动后备箱、电动吸合车门、座椅电动调节、隐藏门把手等细分应用场景,都离不开MCU的精准控制。另一方面,智能座舱和智能驾驶技术的不断升级,越来越多的场景需要高性能MCU来支撑复杂的计算和实时的操作需求,有望推动车规级MCU量价齐升。”

工业控制是全球MCU的第二大应用领域,其在PLC控制器、电机、仪表和工业机器人中起到关键作用。在工业4.0的进程中,MCU不仅是数据处理与控制的核心,更是实现实时响应与能效管理的关键。

随着工业智能程度的不断提高,MCU也需要朝着更高算力、更智能和更低功耗的方向发展。例如,在智能制造生产线中,MCU能够实时采集和处理大量的生产数据,实现设备的精准控制和协同工作,以提高生产效率和产品质量,从而降低生产成本、减少风险。同时,MCU还将集成更多的通信接口,如以太网、CAN总线等,以实现设备之间的无缝连接和数据交换。在机器人方面,MCU将助力机器人实现更加智能和高效的运动控制和感知能力。比如,通过在MCU集成更多的传感器接口和数据处理算法,可以实现机器人姿态、位置 and 环境的实时监测和控制。同时,利用更高级的AI算法和深度学习模型,机器人能够具备自主学习和决策的能力,从而更加适应复杂多变的生产环境。

物联网领域的兴起,也为MCU市场注入了强大动力。物联网技术与消费电子的融入程度不断提高,智能家居、智能穿戴、家用医疗器械等应用场景对于小型、低功耗、高实时性的嵌入式MCU主控芯片的需求也与日俱增。尤其智能家居正通过智能化、变频化、互联互通性和个性化定制等功能,重塑传统白电产品的用户体验。届时,MCU作为消费电子在智能控制、通信互联、能源管理和数据采集分析以及边缘计算的核心硬件,也有望迎来价值重估。

赖长青强调,在这种小型化和轻量化智能应用场景中,“MCU+AI”的硬件设计需求将有所提高。这是由于单纯依靠MCU有限的算力去运行一些复杂的AI算法,在数据效率、能耗等方面难以达到预期。而采用MCU+AI加速器的设计,可以为AI推理过程提供实时控制和逻辑分配动态功耗,从而在提升应用智能化水平的同时降低整体功耗。

三大难题亟待突破

在2025年,MCU虽然迎来了诸

多发展机遇,但也面临着三大难题。

首先,随着AI在MCU中的广泛应用,数据安全性和隐私性问题日益凸显。在AI项目开发阶段,为了训练AI模型实现特定的功能,需要准备大量的样本数据,如何避免这些数据资产的意外流失成为关键议题。业内专家表示,一些传统的AI开发模式和团队,使用“重资产”的方式管理数据,自建私有存储仓库,依赖物理设备的安全性维持数据安全。但在如今大数据应用的场景下,这种方式费时费力,维护成本高昂,安全性也难以得到足够保障。

当下,部分MCU厂商已经从开发阶段就开始重视用户数据隐私保护,在导入和部署AI模型时,确保算法和模型仅用于技术支持,保障用户数据控制权;产品内置丰富硬件加密模块,确保AI算法和数据在端侧进行,减少数据上传云端或传输至外部服务器的风险,规避数据通信过程中的泄露问题。像是兆易创新的GD32H7系列MCU支持多种安全机制,通过硬件加密、哈希算法、ECC校验、RTDEC模块等措施,抵御潜在威胁。

二是汽车“新四化”趋势对MCU的处理性能、响应速度和可靠性提出了极高的要求。同时,随着汽车电子系统的复杂性不断增加,对MCU的功能安全和信息安全也提出了更严格的标准。例如,功能安全标准ISO 26262要求MCU在发生故障时,能够采取相应的安全措施,确保车辆和乘客的安全。在新能源汽车控制系统中,MCU需要具备更高的能效比和集成化程度,以满足车辆对长续航里程和高性能的需求。然而,目前的MCU技术在应对这些复杂需求时,仍存在一定的局限性,需要不断地进行技术创新和突破。

三是性能功耗平衡问题。物联网、边缘计算等应用场景对MCU性能要求的不断攀升,需要MCU在有限的功耗预算内实现高性能计算。MCU自身计算资源与存储空间受限,实现高算力AI功能更是难上加难。举例来说,在智能安防摄像头中,需要MCU实时处理大量图像数据,进行目标识别与分析,这对算力要求极高;但同时,摄像头常需电池供电,功耗必须严格控制,否则续航能力将大打折扣。

提高加速器主频虽能提升算力,却会显著增加功耗。芯片厂商在保证MCU实现AI功能的同时,需严格控制对计算和存储资源的需求。尽管一些厂商尝试通过提升制造工艺来减少功耗,在不增加芯片面积的情况下,提高晶体管密度和性能;或是采用低功耗管理策略,当“MCU+AI”中某协处理器未被使用时,将其置于休眠或挂起状态,节省功耗。但这些方法在面对复杂应用场景时,仍难以完全满足性能与功耗的双重需求,距离理想的平衡状态还有很长的路要走。

展望2025年,业内专家普遍对MCU的发展持乐观态度。在物联网、自动驾驶、边缘AI以及工业自动化的驱动下,各行各业对于MCU的需求将会提升。同时,随着全球供应链的逐步稳定和技术创新的加速,预计MCU的出货量和收入将趋于稳定增长态势,市场规模不断扩大,技术水平不断提升。

中芯国际2024年营收首破80亿美元

本报讯 记者张心怡报道:2月11日,中芯国际发布2024年第四季度业绩快报。根据未经审核的财务数据,中芯国际2024年销售总收入为80.3亿美元,超过了此前2022年72.7亿美元的纪录,较2023年增长27.02%;毛利率为18%;全年公司拥有应占利润为4.93亿美元,同比减少45.4%,主要是由于投资收益及资金收益下降所致;全年晶圆出货总量超过800万片(折合8英寸标准逻辑),年平均产能利用率为85.6%。

2024年第四季度,中芯国际销售收入为22.07亿美元,同比增长31.52%,环比增长1.66%;毛利为4.99亿美元,同比增长81.45%,环比增长12.34%;毛利率为22.6%,较去年同期增长6.2个百分点,较

上一季度增加2.1个百分点。

从产能来看,第四季度8英寸标准逻辑月产能由第三季季末的88.43万片增加至本季末的94.76万片。12英寸晶圆占比由第三季度的78.5%增至第四季度的80.6%。

从区域来看,第四季度89.1%的收入来自中国市场,美国市场占比8.9%,欧亚市场占比2%。

从市场需求来看,该季度40.2%的晶圆收入来自消费电子,智能手机、计算机与平板电脑分别占24.2%和19.1%。

中芯国际预期2025年第一季度的收入环比增长6%至8%,毛利率介于19%至21%。在外部环境无重大变化的前提下,中芯国际预期2025年销售收入增幅高于可比同业平均值,资本开支与上一年(73.3亿美元)大致持平。

国家重点研发计划“异质集成光子芯片及光场多维调控”项目启动

本报讯 记者杨鹏岳报道:近日,由上海交通大学、上海交大无锡光子芯片研究院、香港大学、粤港澳大湾区(广东)量子科学中心、深圳国际量子研究院联合承担的国家重点研发计划“晶圆级异质集成光子芯片及高速光场多维调控”项目启动交流会在无锡滨湖区光子芯谷召开。

国家重点研发计划“异质集成光子芯片及光场多维调控”项目

是国家在量子科技领域抢占战略制高点的关键布局。下一阶段,无锡光子芯片研究院将依托光子芯片中试线,助力项目在光子芯片技术领域取得重大突破,并围绕芯、光、智、算等新一代信息技术进行科技成果转化及解投一体的创业孵化,推动滨湖乃至无锡形成集群化、规模化发展的世界级光子芯谷创新生态体系。

恩智浦将以3.07亿美元收购AI芯片初创公司

本报讯 荷兰半导体领军企业恩智浦宣布,将以3.07亿美元现金收购美国边缘AI芯片初创公司Kinara。恩智浦表示,随着人工智能技术的快速发展,边缘AI应用的需求日益增长。恩智浦此次收购旨在增强其在边缘人工智能(AI)应用领域的实力,从而能够更好地满足市场对高性能、低功耗的边缘AI解决方案的需求,进一步巩固其在全球半导体市场的领先地位。恩智浦预计,该收购将于2025年上半年完成。

据了解,Kinara的创新NPU和全面的软件支持可为一系列神经网络(包括传统AI和生成AI)提供节能的AI性能,以满足工业和汽车市场快速增长的AI需求。Kinara的独立NPU(包括Ara-1和Ara-2)在性能和能效方面处于行业领先地位。这使它们成为视觉、语音、手势和各种其他生成式AI驱动的多模式实现中新兴AI应用的首选解决方案。这两款设备都具有创新架构,可以映射推理图,以便在Kinara的可编程神经网络处理单元上高效执行,从而最大限度地提高边缘AI性能。随着AI算法继续在CNN发展

到生成式AI以及未来的代理式AI等新方法,这种可编程性可确保适应性。

作为现有合作伙伴,Kinara和恩智浦可轻松将Kinara的NPU与恩智浦业界领先的工业和物联网处理器产品组合配对。两家公司将携手打造更紧密的解决方案集成,为各种工业和汽车AI推理需求提供可扩展的AI平台。恩智浦执行副总裁兼安全互联边缘总经理Rafael Sotomayor表示:“工业市场正在经历一场变革,生成式人工智能等创新技术有助于大幅提高效率、可持续性、安全性和可预测性,并且在许多情况下,还能解锁新的用例和功能。将Kinara的人工智能功能添加到我们广泛的智能边缘产品组合中,可以为新型人工智能系统创建一个可扩展的平台。在客户创建变革性人工智能系统时,我们可以共同帮助他们简化复杂性并加快上市时间。”

此外,恩智浦近日还分别以6.25亿美元和2.425亿美元收购了两家汽车芯片相关企业。

(许子皓)

泰瑞达收购英飞凌功率半导体测试团队

本报讯 近日,泰瑞达与英飞凌共同宣布,双方已建立战略合作伙伴关系,以推进功率半导体测试。作为加强合作关系的一部分,泰瑞达将收购英飞凌位于德国雷根斯堡的自动化测试设备团队(AET)。

据了解,泰瑞达从英飞凌科技收购的自动测试设备技术及相关开发团队,总共80人,将帮助泰瑞达加速功率半导体测试系统的开发,这个领域在当下变得越来越重要,宽禁带半导体器件如氮化镓(GaN)比硅具有更高的频率,而碳化硅(SiC)具有更高的电压和电流能力,从而改变了测试系统的要求。

此次收购将为两家公司带来互利。凭借额外的资源和专业知识,泰瑞达将加速其在功率半导体领域的发展,同时与主要市场领导者合作开

发新解决方案。通过签订服务协议,英飞凌确保获得持续的制造支持以及增强的灵活性,以应对这种专业测试设备的内部需求,并受益于泰瑞达的规模经济。泰瑞达完全基于英飞凌雷根斯堡工厂的80人团队,并计划在功率半导体业务部门整合时利用这些能力。

泰瑞达表示,计划在将该团队整合到其功率半导体业务部门时充分利用这些能力。泰瑞达半导体测试集团总裁Rick Burns表示:“收购并整合英飞凌在雷根斯堡的技术和团队将扩大我们在功率半导体市场的领导地位。英飞凌的技术将增强我们市场领先的ETS产品组合,表明我们致力于继续提供创新解决方案,满足客户不断变化的需求。”

(宣文)