机器人创新如何从“自动化”迈向“自主化”

Microchip Technology Inc.
首席经理
Juan Sivelo

机器人行业正在进入一个新阶段。如今，机器人价值的衡量标准已不再仅仅是负载能力、速度或重复精度，而越来越取决于它们如何感知环境、在边缘侧做出决策、与其他设备协同工作，以及在人类周围安全运行。在工厂、仓库、医院、农业、能源以及服务场景中，机器人创新正受到五大趋势驱动：AI 感知、协作式运行、自主移动、确定性连接以及高能效运动控制。

对于机器人 OEM 厂商和系统集成商而言，这些趋势带来了明确的技术挑战：如何在不增加功耗、热负载、系统复杂度或网络安全风险的前提下，实现更高智能、更高精度以及更强连接能力。而这些挑战，可以通过包括单片机、数字信号控制器、微处理器、FPGA 与 SoC FPGA、电机控制、以太网与 EtherCAT 连接、时序、电源管理、模拟器件、安全方案以及开发工具等半导体技术来应对。

机器人领域正在发生哪些变化？

1. **机器人正在变得更加“边缘智能”**。AI 和机器学习正在向机器人本地侧迁移，从而实现实时检测、目标识别、导航以及预测性维护。机器人越来越需要快速、确定性且高能效的本地处理能力，而不是将所有决策都发送到云端。

2. **人机协作正在扩大。**协作机器人和移动平台正被部署到更加动态的环境中，在这些场景下，安全性、功能完整性以及精准运动控制至关重要。这些系统需要结合快速响应控制回路、冗余传感、安全通信以及可预测行为。

3. **自主移动机器人正在加速普及。**仓库、医院和工厂正越来越多地采用自主移动机器人（AMR）来运输物料、辅助工作人员并提升运营效率。AMR 依赖传感器融合、低时延网络、可靠电池管理以及稳健的嵌入式控制。

4. **确定性网络正成为设计刚需。**随着机器人融入更大的自动化系统，它们需要在电机、控制器、摄像头以及 PLC 之间同步运动、传感和安全数据。工业以太网、EtherCAT 以及时间敏感网络（TSN）可提供所需的低时延、同步能力和可靠性。

5. **效率与可持续性变得更加重要。**机器人设计人员正面临降低能耗、散热以及系统尺寸的压力。高效电机控制、优化电源转换以及低功耗处理技术，可以帮助提升电池续航、减少散热需求，并支持更紧凑的机械设计。

技术如何应对这些变化

感知与边缘智能

智能机器人需要快速处理摄像头、传感器和控制数据。PolarFire® FPGA 与 SoC FPGA 可为视觉和 AI 工作负载提供高能效加速，同时保持实时任务所需的确定性行为。对于开发紧凑型机器人系统的团队而言，这有助于降低时延和热负载，同时支持检测、导航和物体处理等高级感知应用。

运动控制与执行

运动控制始终是机器人的核心。从机械臂到移动平台，客户都需要对 BLDC、PMSM、步进电机以及多轴系统实现精准、高响应且高效率的控制。可扩展 MCU、dsPIC®数字信号控制器、基于 FPGA 的电机控制 IP、电机驱动器、栅极驱动器以及开发工具，可帮助加速原型开发和量产设计。

确定性连接

随着机器人连接到生产线和机器人集群中，网络时序变得至关重要。EtherCAT 设备控制器、PHY 以及集成 MCU 方案，可帮助开发者在机器人系统中实现实时工业通信。对于需要同步控制的场景，支持 TSN 的 FPGA 平台以及高精度时序方案，可为控制器、驱动器、传感器以及上层自动化系统之间提供可预测通信。

安全性、功能安全与生命周期保障

联网机器人本质上是重要的运营资产，因此必须得到保护。安全启动、基于硬件的身份认证、FOTA（空中固件升级）、支持后量子密码（PQR）的信任根控制器、安全制造方案以及功能安全支持，可帮助客户降低固件篡改、未授权访问以及系统不安全行为带来的风险。同时，长期产品生命周期以及丰富技术资源，也有助于降低工业机器人平台长期运行过程中的支持风险。

结语：打造下一代工业机器人

下一代机器人，将由能够以更高自主性和更高精度完成感知、决策、运动与连接的机器所定义。实现这一目标，不仅仅需要强大的处理器或单一通信接口，更需要一个能够融合智能、运动控制、连接、电源与安全能力的可靠嵌入式基础平台。

如需了解 Microchip 面向机器人领域的相关技术，可联系 Microchip 代表，或访问 Microchip 官网中的机器人、电机控制、FPGA 以及工业以太网解决方案页面。