



利用 I3C® 提升嵌入式系统性能

Microchip Technology Inc.
Stephenie Pinteric & Ulises Iniguez

在现代电子产品中，嵌入式系统变得越来越复杂，许多应用（包括 IoT、计算、可穿戴设备和安全敏感型应用）中的嵌入式系统都包含多种传感器和元件。为了满足这些市场日益增长的需求，[MIPI 联盟](#)开发了 Improved Inter-Integrated Circuit®（I3C®）接口。I3C 是一种高级串行通信接口，兼具更快的通信速率、更低的功耗和更高的设计灵活性，大大提升了电子元件之间的通信方式。单片机（MCU）作为嵌入的主要组成部分，用于控制传感器信号采集和闭环控制等应用功能。我们将深入探讨可以利用带 I3C 通信接口的 MCU 的几类应用，为 I2C 和 SPI 实现方案提供稳健的升级途径和兼容性。

I3C 和 IoT 应用

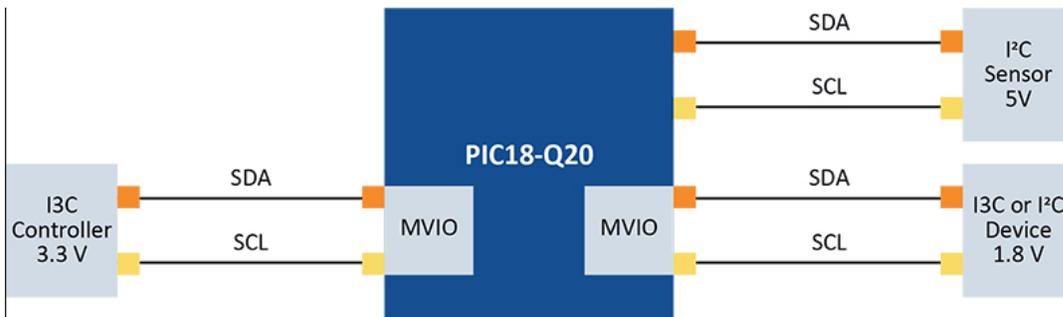
物联网（IoT）几乎已经渗入到我们日常生活中的方方面面，从家用小工具到复杂的楼宇自动化和可穿戴设备可谓无处不在。这些互联的设备彼此之间收集和交换数据，从根本上塑造了我们的数字生态系统。在物联网设备中，不同类型的传感器发挥着一系列关键作用，例如测量、监视和传递温度、湿度、压力和距离等关键物理属性。

I3C 协议为联网传感器节点带来了诸多好处。它支持高速通信，在单倍数据速率（SDR）模式下的速度最高达 12.5 MHz。它还支持带内中断和动态寻址。在动态寻址中，中央控制器为连接的每个器件分配惟一的地址，以防止发生地址冲突。与其前身 I2C 相比，I3C 兼具更快的速度、更简单的双线接口和更高效的协议结构，并且工作电压更低，从而降低了功耗。这些改进使得 I3C 非常适合高效地管理互联网络内的多个传感器节点。

将内置 I3C 外设的低成本 MCU 作为模拟“聚合器”纳入 IoT 传感器节点，可以提升整个传感器网络的功能和效率。在这种配置中，MCU 的片上模数转换器（ADC）用于将来自多个模拟传感器的读数转换为数字值。这些数字值随后可存入 MCU 的内部存储器以供进一步分析，或者重组结构以实现更高效的传输。聚合的传感器数据以针对系统效率优化的间隔通过 I3C 总线传输到主控制器。

与其他通信接口相比，I3C 需要更少的引脚和电线，能够最大限度地降低元件复杂度、成本和功耗，因此在基于传感器的系统中具有显著优势。对于主攻高要求 IoT 市场领域的系统设计人员来说，带 I3C 通信接口的紧凑型单片机已然成为不可或缺的解决方案，有助于成功打造符合市场要求的 IoT 设备。

嵌入式设备中的多种协议和多种电压



随着技术要求的日益增长，嵌入式开发人员在向后兼容性方面面临着越来越大的挑战。这种兼容性至关重要，因为可以逐步更新嵌入式系统，无需完全重新设计。为了帮助简化向 I3C 的过渡，新的通信协议解决了 I2C 和 SMBus 的局限性，同时与 I2C 一样仍使用两个引脚（分别用于时钟和数据）以保持兼容性。

尽管 I3C 旨在向后兼容 I2C/SMBus 协议，但如果 I3C 总线上存在 I2C/SMBus 器件可能会影响总线性能，即使针对 I3C 器件进行了控制器优化也无济于事。为了解决这一问题，带 I3C 模块的 MCU 可以充当桥接器件，将 I2C/SMBus 目标器件与“纯” I3C 总线隔离。这样可以保持 I3C 总线的完整性，同时允许主 I3C 控制器通过桥接 MCU 与 I2C/SPI 器件通信。此外，MCU 还可以整合来自 I2C/SMBus 器件的中断，并使用带内中断将其传输到主 I3C 控制器，而无需额外的引脚或信号。

嵌入式系统包含各种元件，例如 MCU、传感器和其他电路。通常，这些元件需要相互连接，但各自位于不同的电压域。例如，模拟传感器通常在 5V 电压下工作，而 I2C 和 SMBus 等通信协议则需要 3.3V 电压。为了满足现代高速处理器的要求，I3C 总线甚至可以在 1V 电压下工作。

具有多电压 I/O (MVIO) 特性的 MCU 可解决电压不兼容问题，并且无需电平转换器。该特性使 I3C 总线与 I2C/SMBus 总线能够同时在不同电压下工作。例如，MCU 可以在 1V 电压下运行 I3C 总线，同时将 I2C/SMBus 总线保持在更高的 3.3V 电压，以便兼容旧款器件。



Microchip 的 PIC18-Q20 MCU 支持 MVIO，并提供 I3C、SPI、I2C 和 UART 等多种通信协议以及最多三个独立的工作电压域。这种灵活性非常有助于在复杂的网络环境中允许各个器件使用不同的协议和电压，方便嵌入式开发人员在保持现有协议的同时确保其设计满足未来需求。

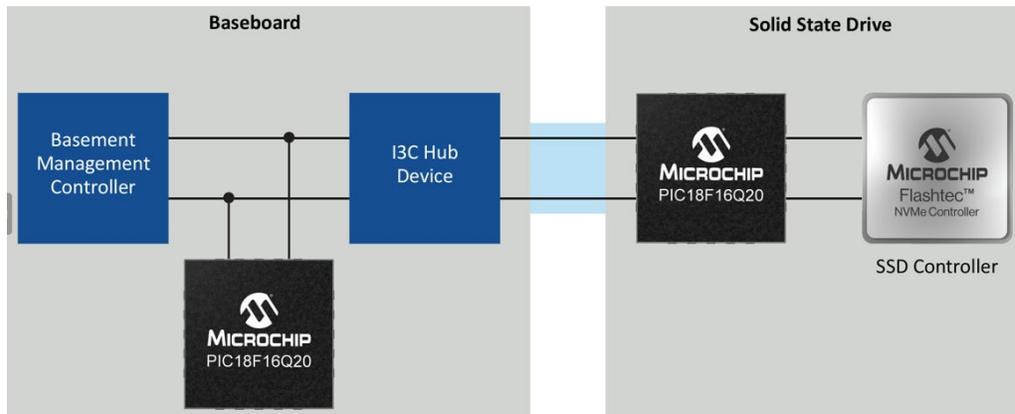
现代计算基础设施

大多数人都低估了我们在日常数字生活中对数据中心的依赖程度。从开展商业和金融交易到浏览互联网、存储数据、参与社交网络、参加虚拟会议和享受数字娱乐——所有这些活动都依赖数据中心。数据中心确保我们的数据安全、互联网快速、数字服务始终可用。

数据中心的核​​心是现代刀锋服务器，这是一种高度先进的计算机，旨在最大限度地提高空间效率并大规模优化网络性能。由于其作用至关重要，因此每个服务器机箱内的某些系统任务会被委托给边带控制器处理。当主处理单元专注于管理主要数据流时，边带控制器会介入以增强网络性能。边带控制器会建立辅助通信通道来监督各个刀锋服务器，并处理各项重要任务，例如监视系统健康状况、检测故障、发现和配置设备、更新固件，以及在不中断主处理器的情况下进行诊断。这样可以确保网络运行平稳高效。边带管理是一种重要的工具，可以极大地提高数据中心的可靠性、可用性和效率。

此外，数据中心通常还使用固态硬盘（SSD）来存储和快速访问数据。最新的 SSD 规格（SNIA®企业和数据中心标准规格（EDSFF））采用 I3C 协议进行边带通信，这是现有 SMBus 协议的自然升级。I3C 满足对更快性能、更高数据传输速率和更高电源效率的需求。利用 I3C 的高速通信，可以更快速地进行总线管理和配置修改，从而增强系统响应能力。

PIC18-Q20 系列等灵活的 MCU 特别适合用于数据中心和企业环境中的系统管理任务。这些 MCU 最多具有两个独立的 I3C 接口，可以轻松连接到 SSD 控制器以执行系统管理任务，以及通过边带连接与 motherboard 管理控制器（BMC）相连。此外，这些器件还内置传统通信协议（如 I2C/SMBus、SPI 和 UART），因此成为当前和下一代 SSD 设计的理想解决方案。



结论

集成 I3C 协议已成为嵌入式系统的一项关键技术。I3C 兼具增强的通信能力、更低的功耗以及与现有协议的兼容性，因此成为了构建下一代 IoT 和计算应用的基石。I3C 的多功能性可以优化 IoT 设备和数据中心通信中的传感器功能，将 I3C 集成到单片机中可以为不断发展的电子系统领域提供坚实的基础。随着技术的不断进步，I3C 的应用变得越来越普遍，许多电子应用的性能、可靠性和效率也因此得到了提升。

有关具有高级 I3C 功能的 MCU 的更多信息，请访问 www.microchip.com/Q20