

如何利用 8 位 MCU 实现智能农场技术

Microchip Technology Inc.
8 位单片机产品部
Grace San Giacomo

对现代农场而言，技术的进步利弊皆存。利用现代农业和园艺技术，可以在更小的耕种面积上实现更多的作物产量，从而满足日益增长的人口需求。然而，如今农场产出的新鲜食品的品质在不断下滑，而数量仍然不足以让农场主保持盈利。

农业本身非常不稳定。原因在于，每年的产量很大程度上受到外部环境的影响。为了满足提高农业一致性和可持续性的需求，需要将另一种现代技术应用到农业中（图 1）。我们先来了解智能农场。



图 1. 农场主可以远程监控作物和畜牧的健康状况，提供有价值的信息，确保农业的一致性

强大的联网畜牧监控系统有助于增加健康动物的数量，从而提高食品质量。利用土壤和植物健康监控系统，农场主能够在前所未有的细节水平上监控作物的健康状况。借助当今的嵌入式联网传感器系统，未来的“智能农场”将拥有提高产量和利润所需的各种工具和能力，同时仍然能够满足挑剔客户的质量要求。



这些传感器收集的信息可帮助指导农场主针对其农场制定最佳决策，从而在减少水、农药和肥料用量的同时，提高作物和畜牧的生产率。这不但有助于降低农场对自然环境的影响，还能改良土地质量，确保子孙后代的可持续发展。

嵌入式和无线技术的关键推动者

简单地说，确保现代农场可持续发展的主要解决方案是向农场主提供有用的信息。由于当今嵌入式和无线技术的创新，可通过采用大量低成本联网传感器阵列来实现这一目标。这些传感器通常监控农田或畜牧的各种现场状况，包括温度、pH 值、湿度、活动数据和 GPS 坐标。接下来，这些传感器通过 4G/5G 蜂窝和 LoRa 等无线通信网络将上述数据传输到通常基于云的集中式数据库。

之后，可以通过任意联网设备在线访问这些数据，并对其进行快速分析以确定是否需要采取纠正措施。这样，农场主便可从世界任何地方访问农场的分析结果。

联网传感器节点并非新概念；但是，为了确保在这种独特的严苛环境下保持足够的性能和可靠性，必须满足一些关键要求。首先，需要可靠的电源，这个挑战很难解决，因为农场一般不会配备长达 1000 英尺的延长线。

节点需采用电池供电，并且能效必须足够高，可以在不更换电池的情况下使用数月甚至数年。为应对这一挑战，需要利用基于单片机（MCU）的系统来实现极高的系统效率，这种系统只需较低的核心 CPU 使用率即可管理各种复杂任务，而且在系统不工作时不会断电。

其次，智能农场中的传感器节点需要在恶劣的偏远地区保持可操作性，甚至会安装到动物身上。就整个系统而言，需要采用既实用又创新的解决方案才能确保稳定性和功能性。节点需要长时间保留在现场，并且需要极少的硬件维护。所有软件更新都需要以远程方式安全完成。为满足这种需求，需要在农场现场通过最常见的广域网（WAN）基础设施提供可靠的远程连接。

在设计用于智能农场应用的联网系统时，工程师必须考虑到受监控植物和动物的多样性。植物健康监控系统可以测量各种环境条件，包括水位、土壤条件、pH 值和光照水平，而畜牧跟踪系统则需要包含 GPS 坐标、步态监视器、脉搏血氧仪和监控关键健康数据点的其他传感器。



针对任意一种情况，理想的商用解决方案都是通用的基础节点设计，直接购买采用这种设计的产品即可满足个别农场的需求。为实现此目标，基础节点必须足够灵活，以便与各种模拟和数字传感器接口。

不过，还有另一个更困难的设计挑战，涉及到需要在此类系统中应用的各种工程学科。对于智能农场组件设计人员或工程团队来说，除了精通云基础设施外，他们还需要在传统嵌入式设计技术、射频通信（包括 LoRa、Wi-Fi 和蜂窝拓扑的全部细节）以及网络安全方面拥有专家级经验。

8 位 MCU 登场

要扩展智能农场的基础设施，首先从探讨前沿应用时考虑不到的方面开始。由于智能农场里的绝大多数传感器节点都采用电池供电、支持远程定位且偶尔需要维护，因此要实现最佳的控制解决方案，必须采用全球最节能的单片机。

8 位 MCU 拥有 50 余年的历史，虽然它们一直是大多数低功耗嵌入式任务的选择，但最新款器件已加入许多现代特性，可以直接满足智能农业和园艺系统的需求。在许多新功能中，PIC®和 AVR®单片机上独立于内核的外设（CIP）是嵌入式设计的“增强器”。

CIP 可以独立于芯片的 CPU 工作，这样一来，设计人员便可将它们设置为在最低功耗模式下处理常见的重复性任务。在低维护环境下，CIP 还能提供另一项优势，即帮助设计人员提高系统可靠性。由于经过编程后，CIP 可以起到类似于 MCU 中的微型 FPGA 的作用，因此能够有效避免堆栈上溢或下溢等软件偏差。

使用同一个联网基础节点控制器与各种数字和模拟传感器接口可能颇具挑战。幸运的是，有一些现代 MCU 可满足这类特殊应用的需求，同时最大限度地减少外部组件。此类 MCU 提供用于数字传感器连接的 SPI 和 I²C 接口，以及带可编程增益放大器（PGA）的差分模数转换器（ADC）和数模转换器（DAC），可实现极高的传感器灵活性（图 2）。利用这些特性，设计人员能够针对智能农场应用自由构建高度可定制的模块化传感器节点。

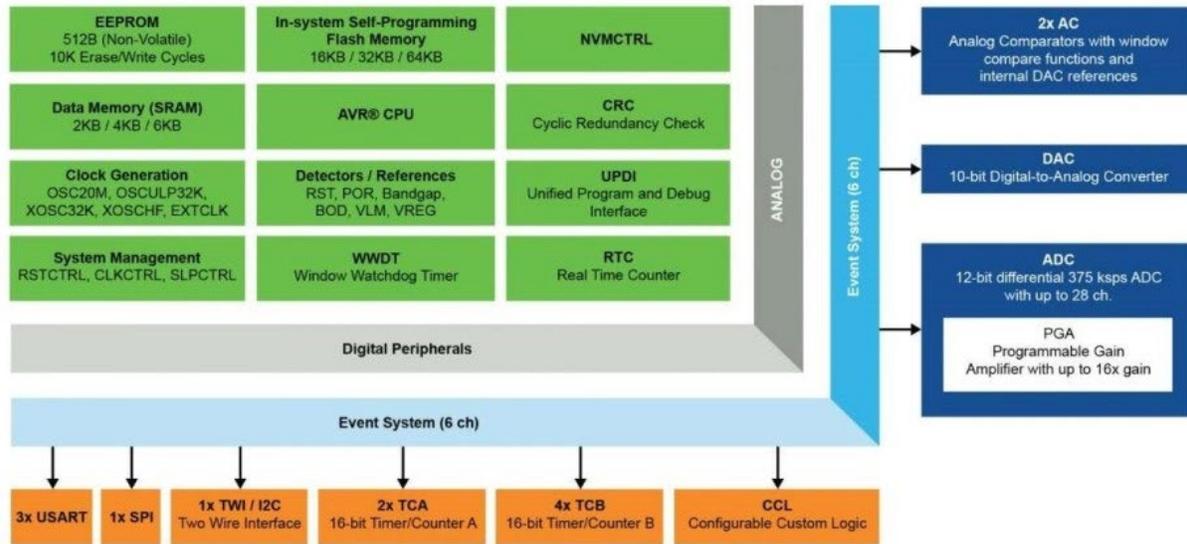


图 2. 体积小、效率高的 MCU 是确保智能农业可持续发展的关键

随着 MCU 架构的现代化，其配套开发硬件和软件环境也逐渐发展成熟。对于小型公司的工程团队而言，嵌入式系统、射频天线设计和云连接并非核心竞争力，快速原型设计板才是灵丹妙药。原型设计板为设计人员提供了简单的参考示例，甚至包括可与最常见的云提供商连接的 GitHub 资源库和固件。

远程传感器技术

当今的农业和园艺业正在经历一场技术革命。通过互联网实时访问植物和动物健康数据正在变革农场的运营方式，带来的结果是提高了产量并增强了土地的活力（图 3）。



图 3. 利用采用 8 位 MCU 的远程传感器技术监控农场健康状况，确保作物获得必要的照料以茁壮成长

这场革命的前沿是“随处可用”的云连接，但其基础仍然是使用成熟的 8 位单片机构建的。无论现在还是未来，对于可持续性增强型产品的开发人员而言，现代化 MCU 架构（如具有 CIP 的 AVR 和 PIC）都将是 在传感器和云之间架起桥梁的关键组件。