

利用软件驱动、安全的预测性电机维护提高生产力

Shankar Malladi, 嵌入式软件与产品质量总监
Jason Griffin, 技术解决方案总监
Sebastien Christian, 产品线总监

为何需要预测性维护?

在当今的工厂中, 由于系统故障, 仅在美国就发生了1400万小时的意外停机, 造成数十亿美元的损失。为了防止此类事件发生, 工厂通常采用昂贵的基于路径的方法, 让专家收集数据以评估设备的健康状况, 或使用一系列次优检测解决方案, 无法可靠检测系统中可能发生的所有潜在故障。

现在, 工业4.0 (也称为工业物联网或IIoT) 浪潮正如火如荼, 工业客户更专注于部署解决方案以增加设备正常运行时间, 降低运营成本, 延长设备寿命, 提高工人生产率。预测性维护解决方案结合检测技术来收集设备数据, 并采用先进的分析和算法来得出关于设备健康状况的可行洞察。其结果是, 这种方法有望将整体工业生产率提高30%以上。

一个常见需求是结合了硬件和软件且易于安装和使用的完整交钥匙无线解决方案。很多行业需要一种不要求专家手动收集数据和/或安装并维护专用网络的解决方案。

智能电机传感器(SMS)及其工作原理

智能电机传感器(SMS)是一种灵活、开箱即用的**端到端安全无线预测性维护(PdM)解决方案** (图1), 它结合了ADI软件、硬件和电机领域的专业知识, 为电机的预测性维护创建一种安全的可扩展产品。

智能电机传感器(SMS)与Android和iOS移动应用一起使用, 可轻松设置传感器, 提供对部署数据的可见性, 应用内会就关键事件发出通知和警报。云托管仪表板提供机器健康状况诊断和故障检测的完整概览, 其中包含每个电机状态的详细信息和可视化以及基于人工智能(AI)的分析, 以检测电机中常见的故障。

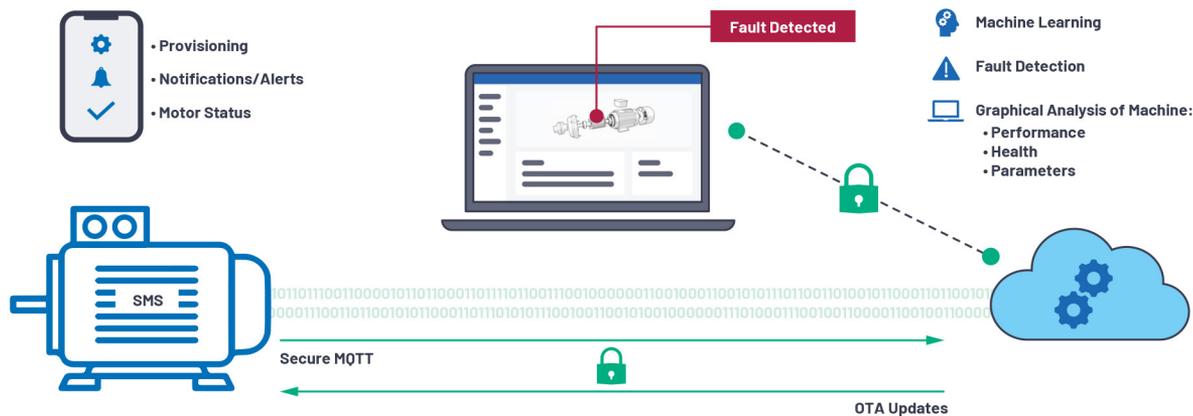


图1. 电机的端到端预测性维护解决方案

电池供电的SMS器件结合了ADI的MEMS传感器、精密转换器和信号链。SMS器件中嵌入的固件捕获电机的各种参数（如振动、温度、速度和磁通量），并通过Wi-Fi连接将这些数据安全地发送到后端云进行处理。云上运行并集成到Web应用中的人工智能(AI)引擎分析数据并监控电机的运行状况。

该系统可以预测电机中常见的9种电气和机械故障，若检测到故障，就会推送通知或电子邮件，告知用户要采取的适当措施。智能电机传感器产品套件既可作为端到端解决方案提供给客户，也可通过REST API供客户使用。



图2. ADI OtoSense™智能电机传感器概览

Testimonials

Trusted by experts

With the technology of ADI Ootosense and in particular with the SMS, we manage to eliminate manual routes of predictive maintenance guaranteeing the reading of data of critical equipment that are not always working, we obtain very detailed and reliable information of the state of the machine, and we are more efficient with our maintenance staff dedicated to accurate diagnostic fault repairs.



Marçal Gotanegra
CMO Maintenance Manager at Corbion

As the owner of an electric motor repair shop, I experienced the daily struggle I had with resources. If we only had eyes and ears in all those electric motors, we would know what state they were in. With Smart Motor Sensor, we can provide proactive maintenance based on live data. We are now able to offer the knowledge of experienced drivetrain engineers on demand. Smart Motor Sensor provided by Analog Devices is the game-changer solution I was looking for.

Joris Bracke
Smart Motor Services BV owner



- ▶ No expert analysis required
- ▶ No wires, no gateways
- ▶ Detects nine mechanical and electrical faults
- ▶ Quick to deploy

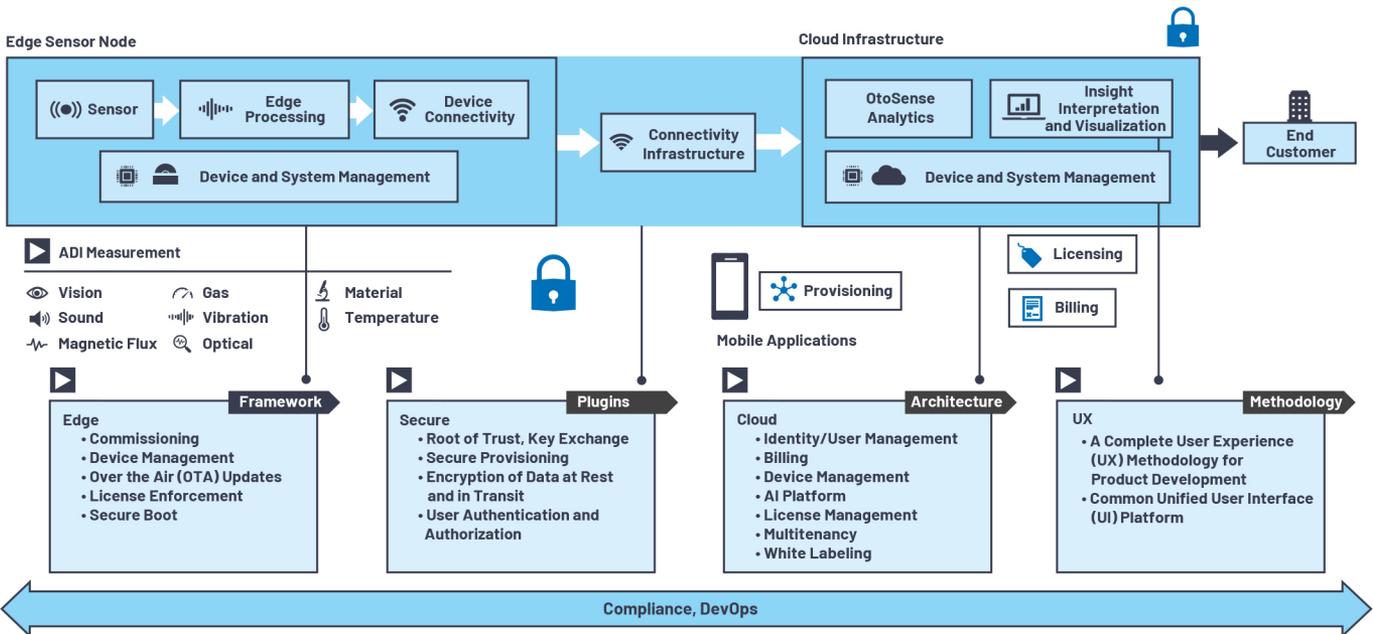


图3. 传感器到云安全软件框架

传感器到云软件构建模块

图3展示了ADI的传感器到云软件框架，该框架用于构建SMS解决方案的必要软件。传感器到云安全软件框架有助于满足对完整解决方案的需求，消除与组建完整系统以从实际数据中获取可行洞察相关的挫败感和复杂性。

该框架还实现了更高的复用性，有助于缩短上市时间，允许软件团队专注于为给定产品交付领域特定的解决方案。

除了功能和可扩展性外，规范的最佳实践和流程也是框架的重要组成部分，以确保提供强大且安全的解决方案。该软件框架是建议最佳实践和经过验证的流程的体现，它以用户为中心的角度接纳每个新客户，并将DevOps原则自动化以实现高效率和合规性。

SMS云和Web

OtoSense SMS云后端建立在安全软件框架之上，并对其进行了扩展。图4显示了云基础设施的组件。该应用是多租户的，支持多个客户入驻并能确保数据隔离，如图5所示。独特的定制标签合作伙伴版本还允许客户（如汽车维修车间、汽车经销商和其他客户）轻松添加其徽标和品牌，并将SMS直接销售给其客户。合作伙伴只需单击几下即可无缝创建新租户，所有必要的架构都会自动生成，同时会向客户发送电子邮件邀请其入驻。

SMS移动应用

ADI OtoSense SMS移动应用在架构时优先考虑了代码复用。核心应用由几个模块组成，包括SMS通信模块、API通信模块和核心应用模块（视图和导航），如图6所示。

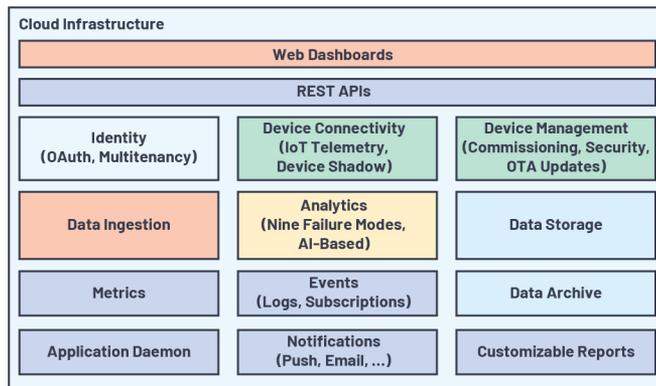


图4. 来自安全软件框架的SMS云组件

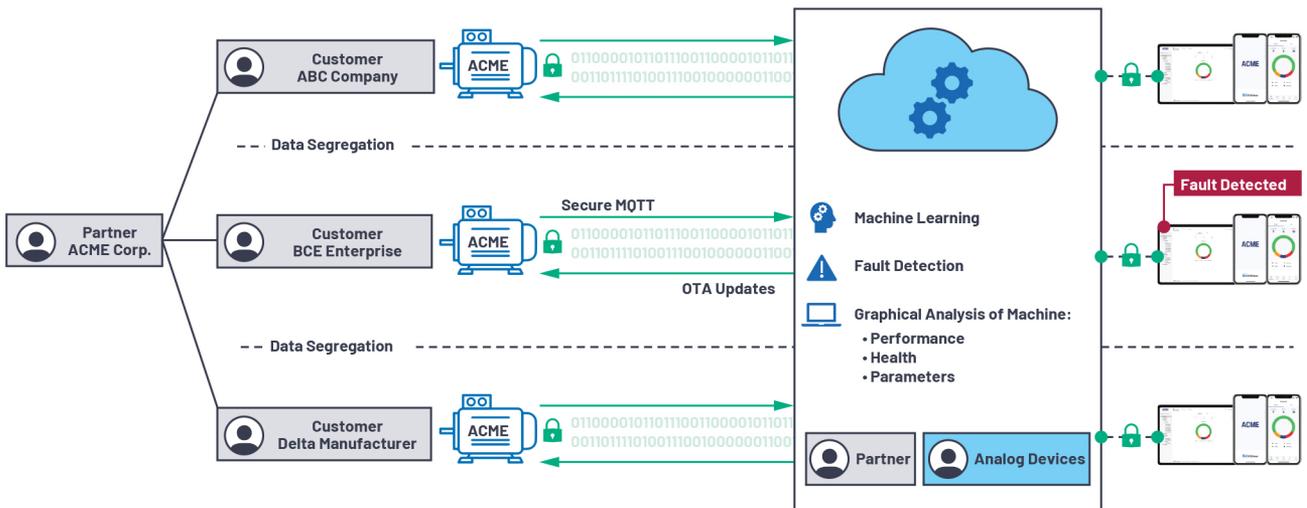


图5. 多租户确保客户数据隔离

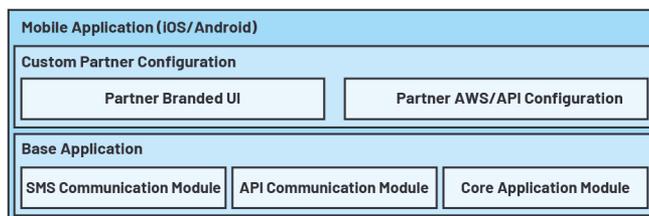


图6. 移动应用架构

这些模块代表了可以在所有定制标签合作伙伴应用中复用的全部内容。对于每个新的定制标签应用，都会创建一个新的配置集，其中包含合作伙伴的品牌UI组件和API配置。这种软件架构使得移动应用开发团队能够快速轻松地创建新的合作伙伴应用，并高效地为所有合作伙伴应用发布新功能和更新。

SMS AI引擎

ADI OtoSense AI平台可以解决任何检测解译挑战。该平台已被用于实现智能电机传感器解决方案的机器学习组件。

ADI公司在电机方面的深厚知识已被用来创建电机最优行为的数字蓝图，其中涵盖了全部负载、转速和温度范围。然而，每台电机一旦售出，就会偏离这个初始模型。环境、使用和维护操作使它独一无二。

在电机上安装之后，ADI OtoSense SMS最初会获取数据以了解此电机与蓝图有何不同，并为SMS边缘器件所连接的电机创建一个独特的数字孪生。然后，OtoSense SMS将来自该电机的数据与在完全相同的工作条件下运行的数字孪生进行比较。如果实际电机与其数字孪生之间的行为存在显著差异，OtoSense SMS会分析这种差异以确定造成不一致的最可能的根本原因，并告知用户故障的存在、原因和应对措施。

该系统能够检测以下9个常见问题：

- ▶ 电机电源系统故障，这可能导致电机电流不对称。
- ▶ 电机旋转部件的重心位移导致的机器转子不平衡。
- ▶ 电机和电机负载之间未对准。
- ▶ 电机定子引起的故障，导致电机电流不对称。
- ▶ 定子和转子之间的同心度未得到保持而引发的电机故障。
- ▶ 在电机有独立通风的情况下，电机散热系统出现问题，例如通风口阻塞或风扇停转。
- ▶ 转子故障，例如转子活动部件（如转子条或短路环）不连续，或铜转子的焊缝发生问题。
- ▶ 轴承故障，例如缺少润滑或内外圈、保持架、滚动元件存在缺陷。
- ▶ 将电机固定到操作台的系统存在问题，例如支撑脚不坚固或松动。

SMS固件

SMS中嵌入的固件捕获相连电机的各种参数（如振动、温度、速度和磁通量），并通过Wi-Fi连接将这些数据安全地发送到后端云进行处理。SMS固件通过Wi-Fi接口与iOS或Android智能手机连接，以支持设备安装和配置。在部署期间和之后，该固件提供诊断信息以便对设备进行故障排除，并且可以通过无线方式安全地更新。

SMS固件是利用基于可移植服务架构的框架构建的。此框架由模块化、可复用的功能模块组成，这些功能模块包装成与应用无关的服务API，以支持其他物联网应用复用。它还使应用开发人员能够轻松地将应用特定的信号处理功能和算法以及服务API集成到产品中。图7为该框架的功能框图。

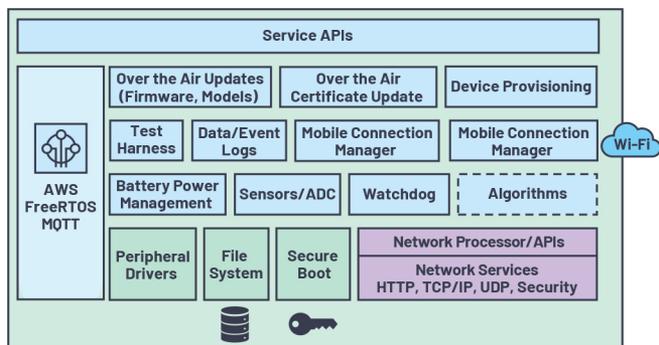


图7. 安全固件框架功能框图

端到端安全性

ADI OtoSense SMS采用业界优秀的安全协议和控制进行端到端设计，确保SMS数据和洞察保持准确性和精确性，得到可靠的处理，无中断传输，并且始终且只能由授权的OtoSense SMS用户访问。

每个SMS客户在OtoSense Cloud上都有一个专用帐户，所有数据（传感器数据、洞察、帐户信息等）都使用客户ID作为顶级分区键进行分区。对客户数据的访问仅限于客户帐户的成员，访问授权由主要云服务提供商提供的身份和访问管理服务强制执行。

用户帐户创建、管理和用户名/密码登录安全性（包括密码重置功能）利用来自主要身份和登录服务提供商的可信用户管理和身份验证服务，确保用户从移动应用和Web仪表板安全可靠地登录。

SMS器件和Web应用之间的会话仅通过相互验证的TLS建立。所有进出SMS器件的数据都通过MQTT-over-TLS协议进行加密和传输，包括传感器数据、发送到SMS器件的命令以及传输到已部署SMS器件的无线更新。

结论

所有软件构建模块，结合ADI公司的先进技术，如MEMS传感器、精密转换器、信号链和电机专业知识，为电机的预测性维护提供了一个完整的开箱即用解决方案。端到端安全解决方案旨在提供值得信赖的洞察力，从而增加设备正常运行时间，降低运营成本，延长设备使用寿命，提高员工生产率。

欲了解有关智能电机传感器的更多信息，请访问otosense.analog.com/predictive-maintenance。

作者简介

Shankar Malladi是CbM ADI OtoSense事业部的嵌入式软件和产品质量总监，负责为产品组合交付嵌入式软件解决方案和端到端高质量产品。此前，Shankar在ADI公司领导团队为工业和消费类应用提供技术支持并交付多个软件和系统级解决方案。作为软件领导团队的一员，他还帮助建立了软件和系统级产品开发生命周期管理和最佳实践。联系方式：shankar.malladi@analog.com。

Jason Griffin于2001年加入ADI Limerick。作为技术解决方案总监，他领导一个专注于ADI端到端智能电机传感器产品开发的团队。Jason已将边缘到云软件解决方案扩展到医疗健康和工业领域，专注于为ADI公司带来新的SaaS收入。联系方式：jason.griffin@analog.com。

Sebastien Christian获得了量子物理学硕士学位、神经科学硕士学位和语言学硕士学位。作为语言和语言病理学家，他与精神病和聋哑儿童在一起度过了10年时间，这加深了他对基于感觉的意义创造和分享的理解。2011年，Sebastien创建了第一个独立的私人研发实验室，致力于将人工智能驱动的创新带给有感知和认知障碍的人。2014年初，他创立了OtoSense以开发第一个专注于感知声音或振动的人工智能平台，并利用该平台监控工业和交通领域复杂环境中的复杂机器。该平台具有应用于其他行业的潜力。联系方式：sebastien.christian@analog.com。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛

与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn



超越一切可能™

如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客服和技术支持，请访问analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。请访问ez.analog.com/cn。

©2022 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

TA23208sc-1/22



请访问analog.com/cn