



INDUSTRIAL
SUMMIT 2024

POWERING YOUR SUSTAINABLE INNOVATION



意法半导体将边缘AI变为
现实

Wendy Li

1 简介

2 边缘AI

3 面向边缘AI的STM32

简介

现如今，AI技术无处不在，利用各类软硬件，即可将AI植入到您的
的产品中

让AI成为可能



让边缘AI成为可能



在微控制器和传感器中嵌入AI

让数十亿台设备
变得更好



超低延迟
实时应用

01
10

减少数据传输
生成有意义的信息



增强隐私和安全性
云中无数据共享



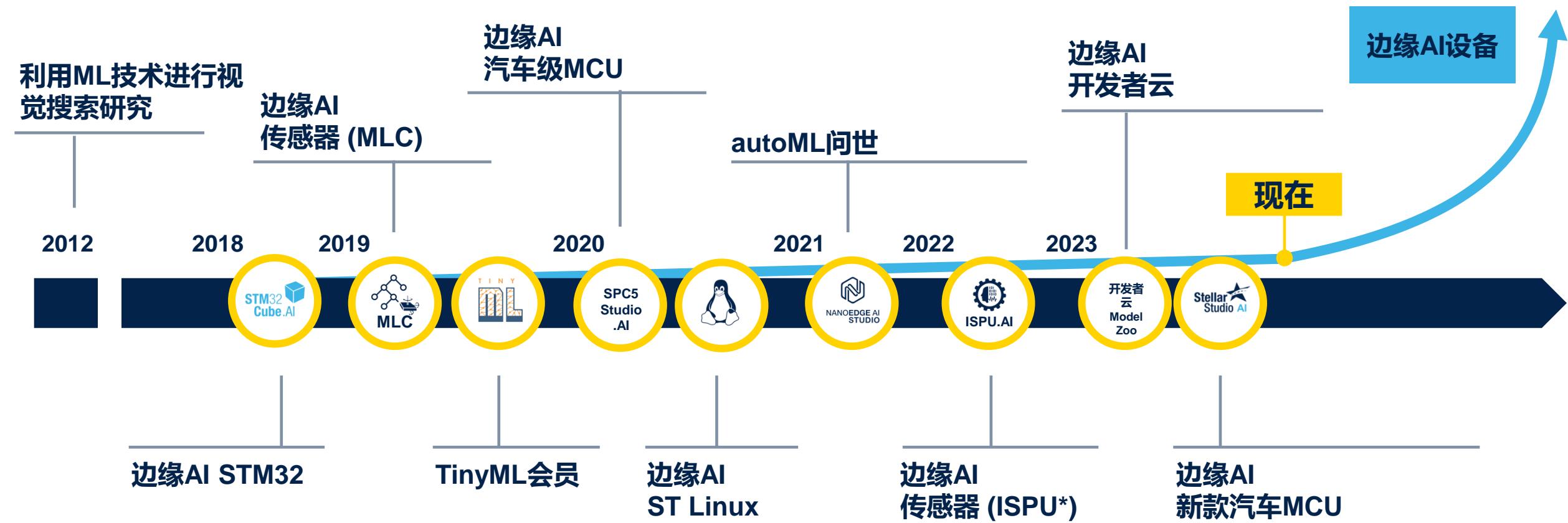
可持续能源
低数据、低功耗



降低推理成本，实现全新运行等级



历经十余年的研究、开发和部署



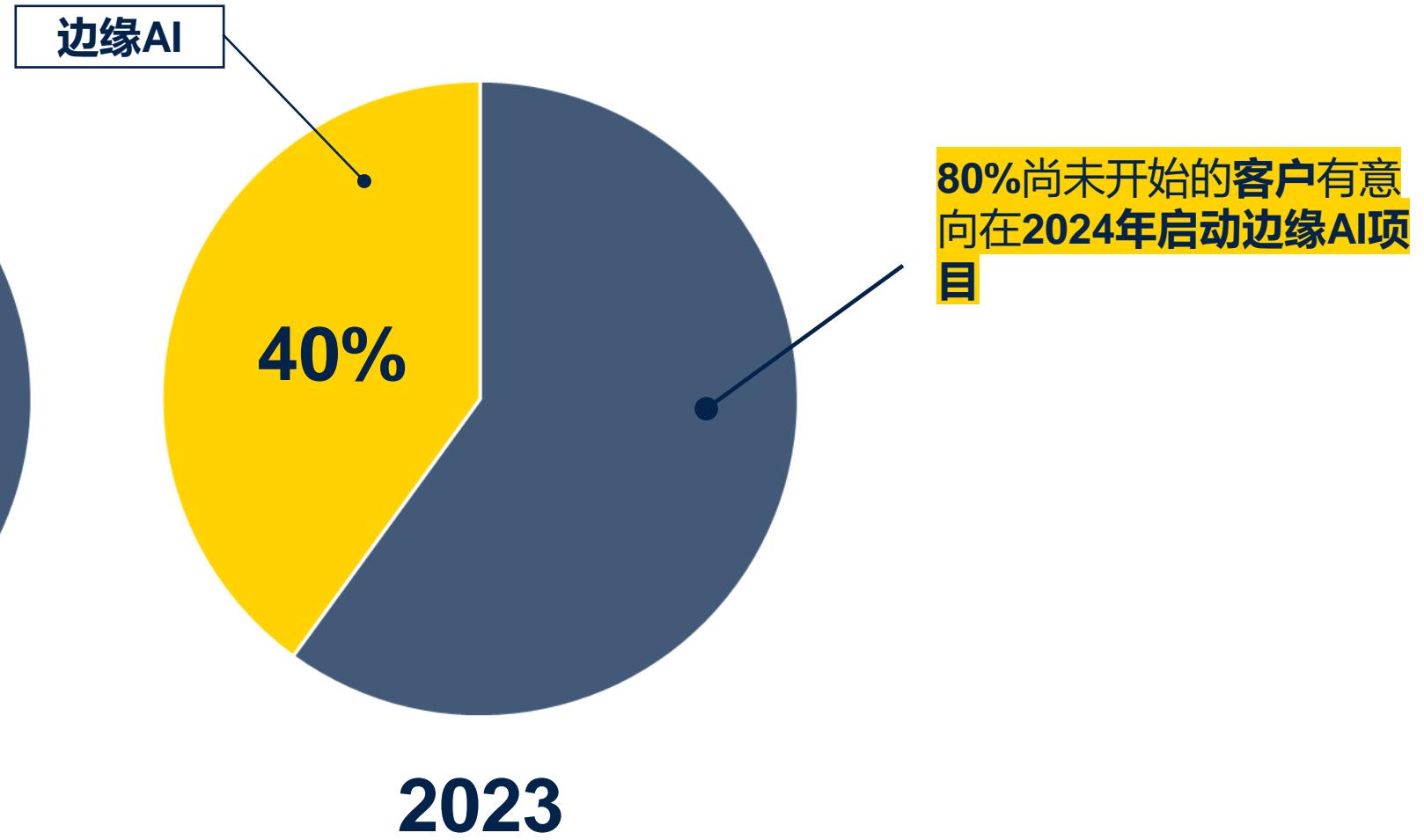
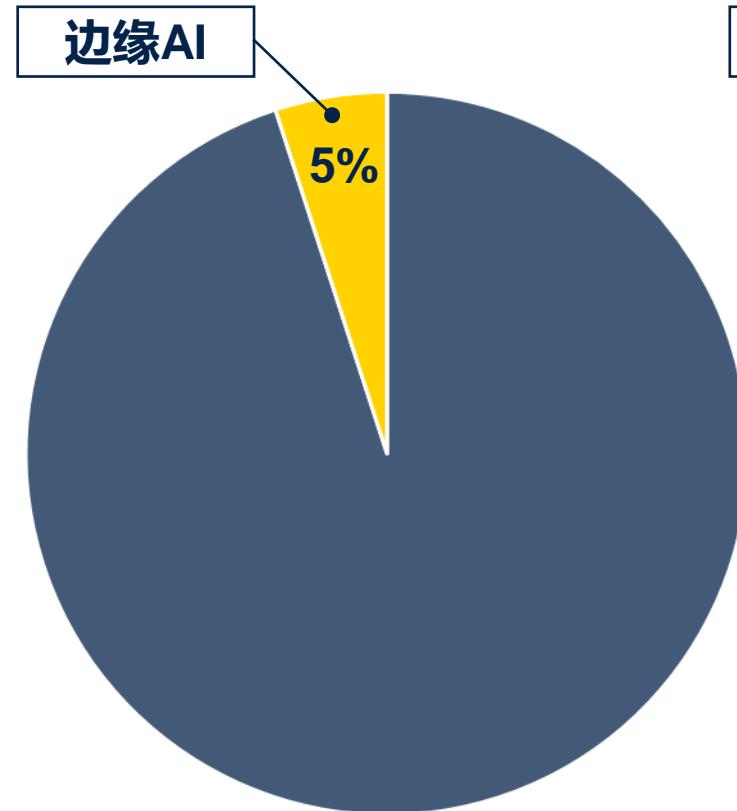
利用10多年来对边缘AI的投资，使边缘AI能够通过全面的硬件和软件堆栈实现崛起，从而解决广泛的机器学习用例。

提供**硬件加速**：

- 以实惠的成本提供高性能
- 适用于各种微控制器，以解决多种应用。

得益于集成到**丰富生态系统**中的各种**免费软件工具**，改善了开发者使用AI的体验。

边缘AI的应用正在急速升温



客户正在将智能化功能嵌入其产品



参与/目标客户群

- **工业设备**: 异常检测、预测性维护
- **太阳能电池板**: 预测性维护、电弧故障检测
- **家用电器**: 能源优化、环境识别
- **电源工具**: 安防、电池管理、用户适应
- **空调**: 预测性维护、能源优化
- **电池**: 电池生命周期管理
- **智能家居**: 户外相机、门铃、智能扬声器、婴儿摄像头
- **智能建筑**: 门禁、能源优化
- **智慧城市**: 交通监控与优化、智能路灯
- **机器人**: 割草机、自动吸尘器
- **条形码阅读器**: 增强条形码读取
- **可穿戴设备**: 活动跟踪、安防、跌倒检测

洗衣机使用先进的电机控制算法来称重衣物，并优化水、洗涤剂和能源的使用

~15-40%
每个洗涤周期的节能



大型家用电器的领导者
每年百万台
始于2024年

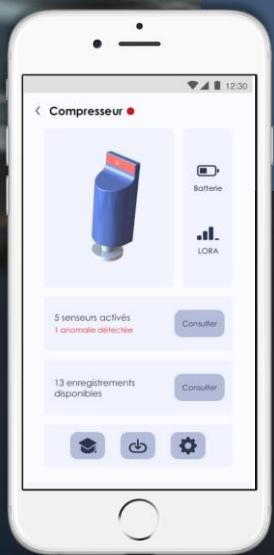


为电动自行车增加胎压功能无需任何新硬件

虚拟传感器
通过e-电机电流消耗测量
胎压

亚洲电动自行车制造商
每年数十万台，始于2024年

售后预测性维护具有无线连接的智能传感器



预测性维护
多传感器和设备学习



氧电子
部署在沃尔沃卡车制造厂



通过避免过热和电池耗尽
优化笔记本电脑电源策略



*边缘AI算法在MEMS MLC上运行

边缘AI

边缘AI解决方案



带来先进的计算能力，以实现一众全新的嵌入式机器学习应用

Embedded AI hardware accelerator



配备智能传感器处理单元 (ISPU) 的传感器
用于传感器内边缘AI处理。



STM32N6为STM32产品线添加了神经加速
功能，在MCU中实现了出色的性能水平。



STM32MP2为嵌入式Linux世界带来了神经
加速。

特色产品引领智能巅峰



机器学习内核

传感器内分类引擎基于决策树逻辑

- 极低功耗传感器
- 通过更好的情境可检测性提高准确性
- 卸载主处理器，改进系统效率



智能传感器 处理单元

高度专业化的DSP
面向机器学习和处理

- 得益于优化的数据传输，系统级的超低功耗
- 具有AI可编程内核的高处理能力
- 综合生态系统



NANOEDGE AI

传感器集合功能，可连接外部标准传感器

ISPU: 架构

DSP用于实时处理和人工智能



用于实时处理和人工智能



- FS: ± 2000 dps, ± 16 g
- Idd 0.59 mA (组合模式)
- 轴噪声 ($70\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$)
- 陀螺仪噪声 $3.8\text{mdps}/\sqrt{\text{Hz}}$
- 10MHz时钟, RAM 40 KB

优化

功耗 vs. 性能

标准封装

3 x 2.5 x 0.83 mm

效率

浮点型、二进制神经网络、混合二进制神经网络

互操作性

机器学习和深度学习

智能传感器中的边缘处理示例

智能传感器在低功耗下实现的解决方案，让您高枕无忧



6µA 腕戴式设备的人体活动识别

6µA 健身活动识别

41 µA 硬摔检测

9µA 手腕倾斜

14µA 有人倒下

226µA 传感器融合 6轴

95µA 点击检测

4.5µA 计步器

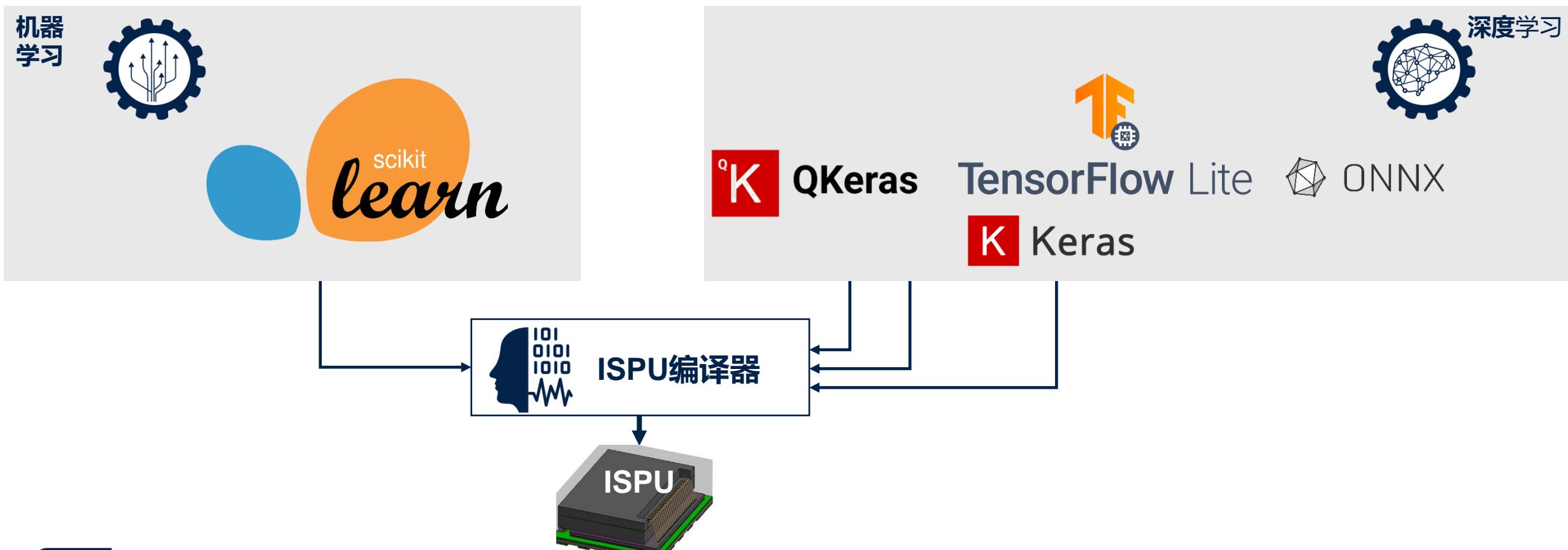
130µA 语音活动检测

21µA 磁力计校准



传感器内机器学习和深度学习

ISPU可提供更多的选择和自由度



面向边缘AI的STM32



让所有STM32产品组合都能使用边缘AI

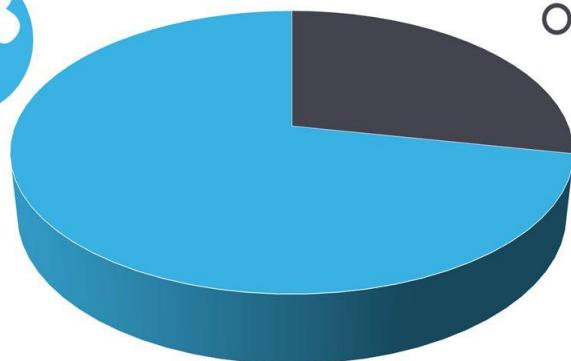
| | |
|--|---------|
| | MPU |
| | 高性能MCUs |
| | 主流MCUs |
| | 超低功耗MCU |
| | 无线MCU |



| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| STM32F2 高达398 CoreMark 120 MHz Cortex-M3 | STM32F4 高达608 CoreMark 180 MHz Cortex-M4 | STM32H5 高达1023 CoreMark 250 MHz Cortex-M33 | STM32MP1 高达1 GHz Cortex-A7 209 MHz Cortex-M4 | STM32MP2 双1.5 GHz Cortex-A35 400 MHz Cortex-M33 |
| STM32F3 245 CoreMark 72 MHz Cortex-M4 | STM32G4 569 CoreMark 170 MHz Cortex-M4 | | | |
| STM32C0 114 CoreMark 48 MHz Cortex M0+ | STM32F0 106 CoreMark 48 MHz Cortex-M0 | STM32G0 142 CoreMark 64 MHz Cortex-M0+ | STM32F1 177 CoreMark 72 MHz Cortex-M3 | |
| | STM32L0 75 CoreMark 32 MHz Cortex-M0+ | STM32L4 273 CoreMark 80 MHz Cortex-M4 | STM32L4+ 409 CoreMark 120 MHz Cortex-M4 | STM32L5 443 CoreMark 110 MHz Cortex-M33 |
| BlueNRG 蓝牙LE 5.4 高达64 MHz Cortex-M0+ | Spirit Sub-GHz超低 功率收发器 | STM32WL 162 CoreMark 48 MHz Cortex-M4 48 MHz Cortex-M0+ | STM32WB 216 CoreMark 64 MHz Cortex-M4 32 MHz Cortex-M0 | STM32WBA 407 CoreMark 100 MHz Cortex-M33 |

STM32是嵌入式AI的理想平台

ML Commons
ML Perf Tiny基准测试



Hardware used
for MLPerf Tiny v1.1 benchmark

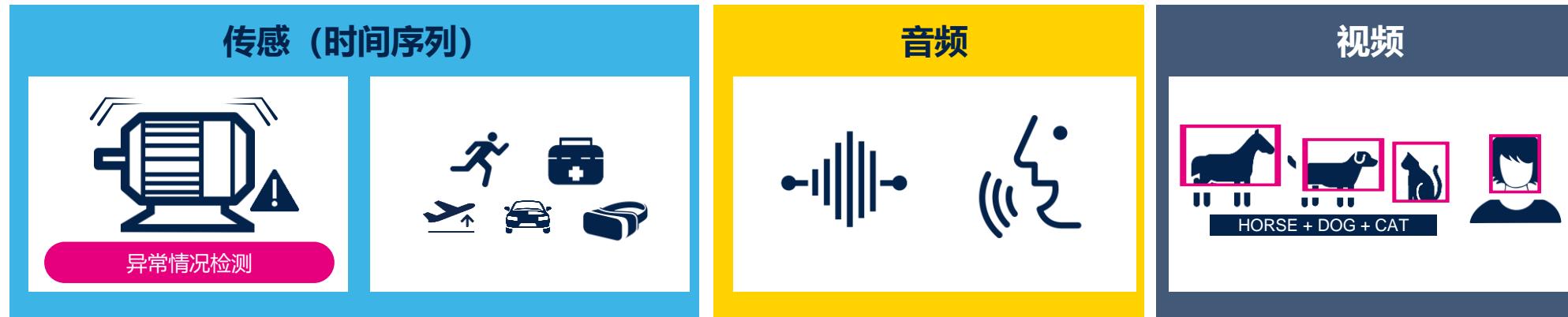
#1通用型
MCU供应商

多年顶尖贡献者
边缘AI基准测试

唯一提供MCU基准测试的在线平
台

ST产品品类

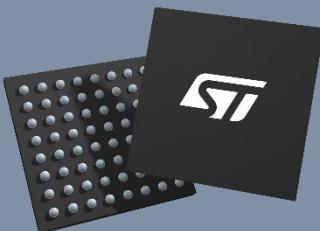
实现主要边缘AI
技术



适用于任何用
户配置文件的
软件工具



多种通用和加速硬件
可供选择



适用于具有AI专业知识的团队

STM32Cube.AI助您加速嵌入式开发



在STM32上轻松评估、转换和部署机器学习和深度神经网络
与STM32Cube MCU开发环境集成的AI扩展，可直接针对目标优化和调整模型。

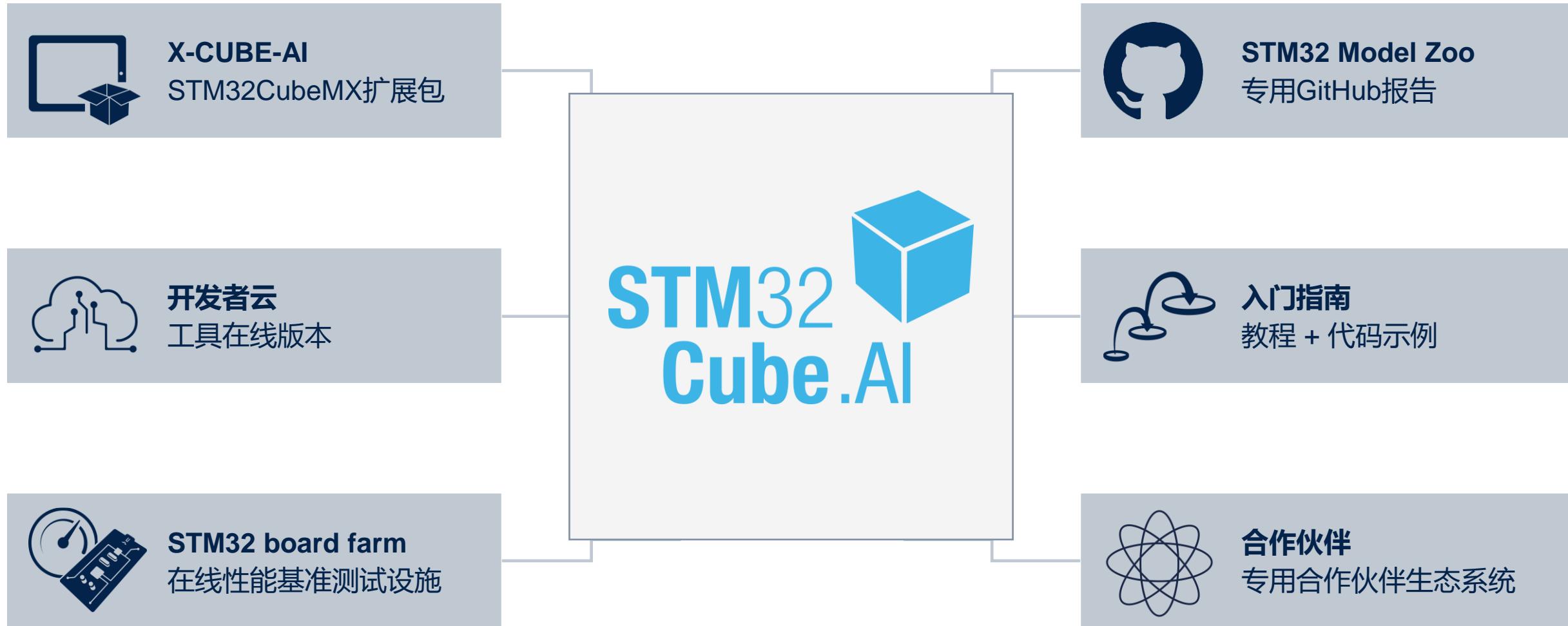


- 利用主要的AI框架开发和训练模型



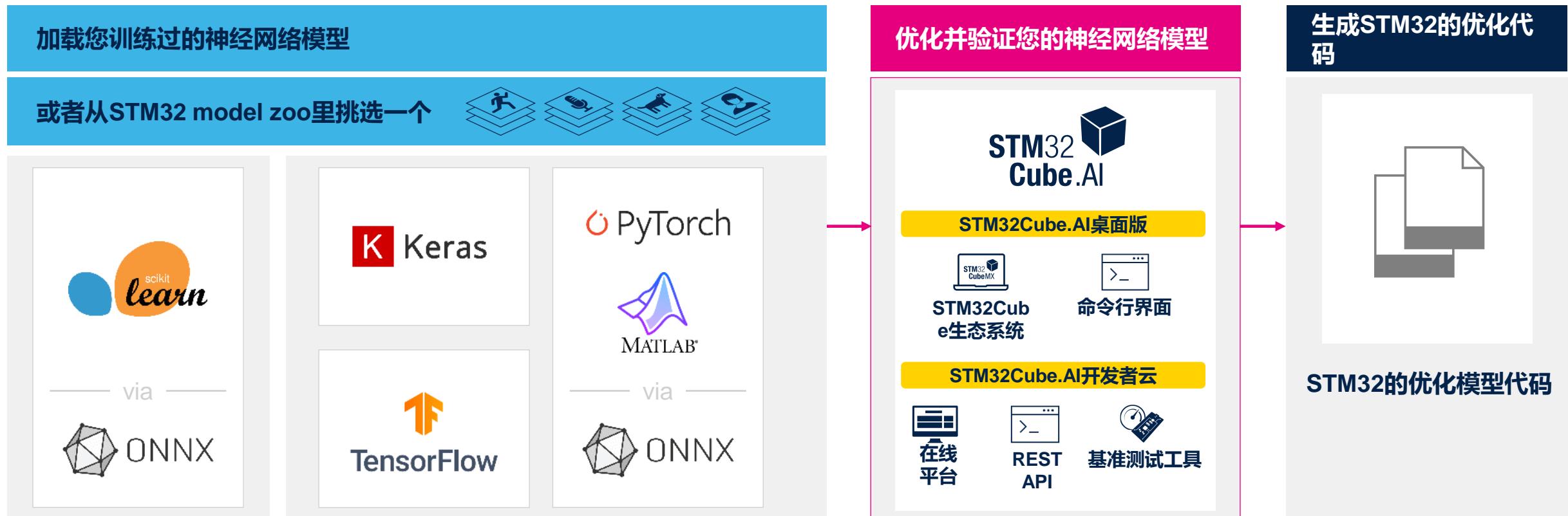
- STM32上的最佳机器学习性能 (MLPerf™ Tiny基准测试)
- 直接在目标上验证性能
- 占用空间小，可在任何STM32上运行

STM32Cube.AI解决方案



STM32 Cube.AI

提供两个版本，用于在STM32部署AI



STM32基准测试工具

独树一帜，在真实的STM32板上远程评估模型性能



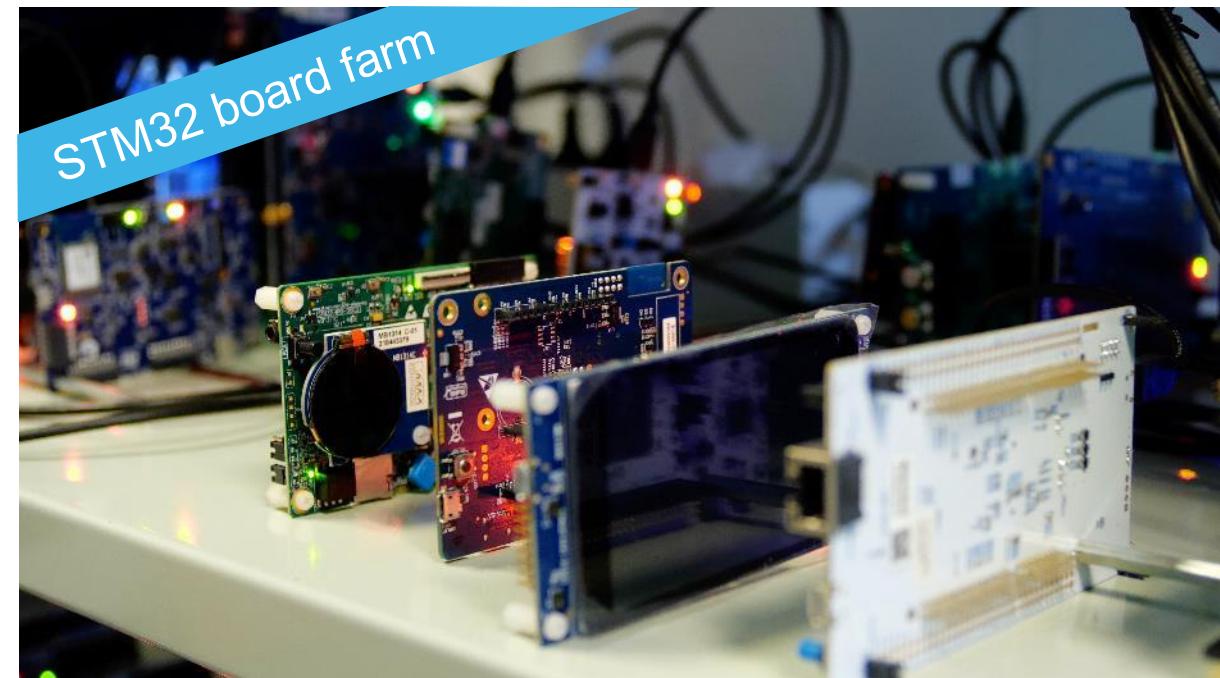
从STM32上运行的优化模型中获取实时推理时间



各种STM32板上的基准型号
为您的应用找到合适的电路板



访问新款设备
Board Farm将持续更新可用的新板



针对STM32优化的、面向应用的模型集合

人类活动识别



运动传感

图像分类



计算机视觉

音频事件检测



音频分类

对象检测



计算机视觉



GitHub托管

< | >

模型训练脚本

- 用于生成和验证的脚本



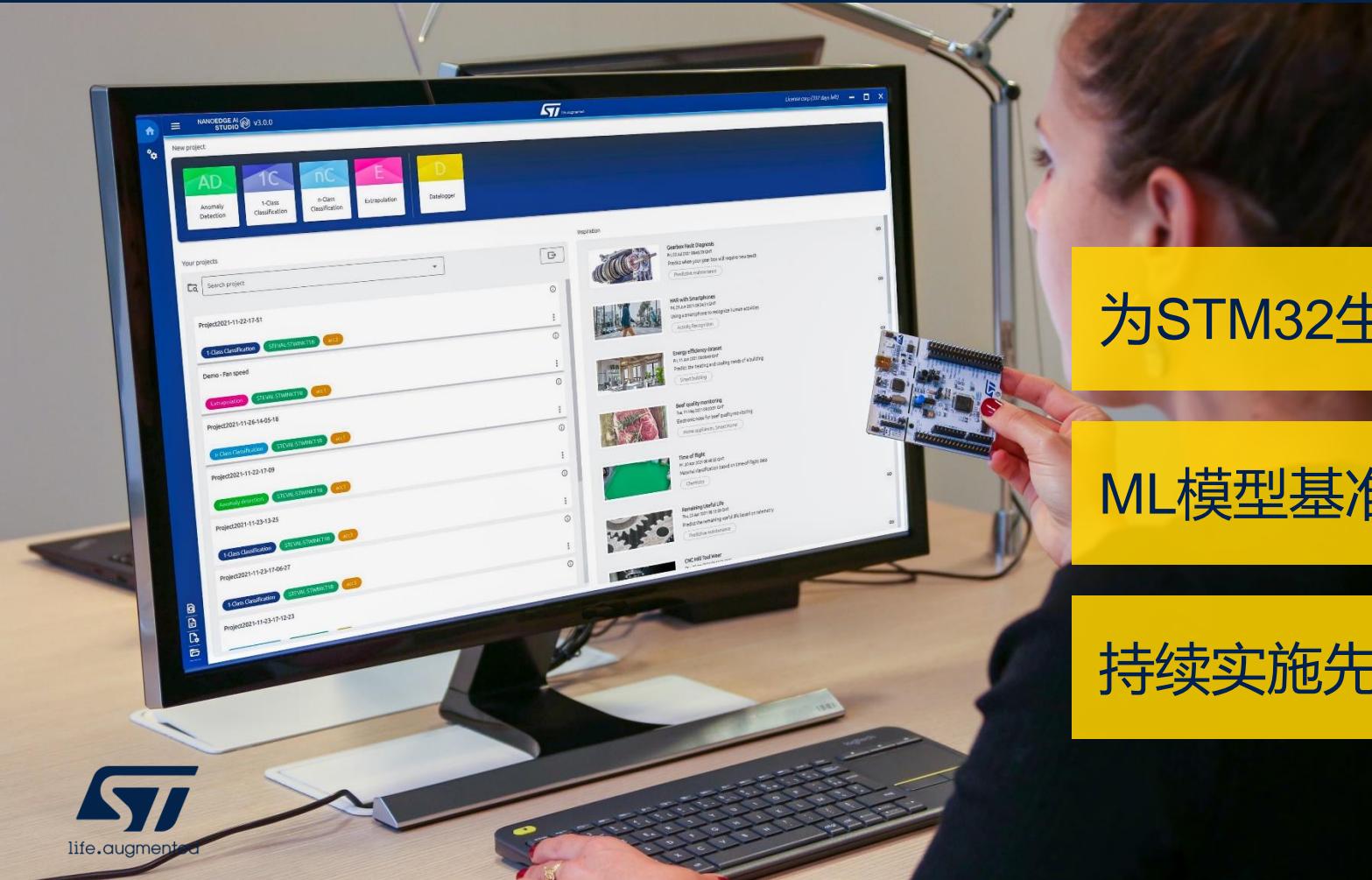
开始使用应用包

- 根据训练好的模型自动生成
- 易于部署以进行端到端评估

新版本4.5！

NanoEdge AI Studio

自动化ML设计解决方案NanoEdge AI Studio



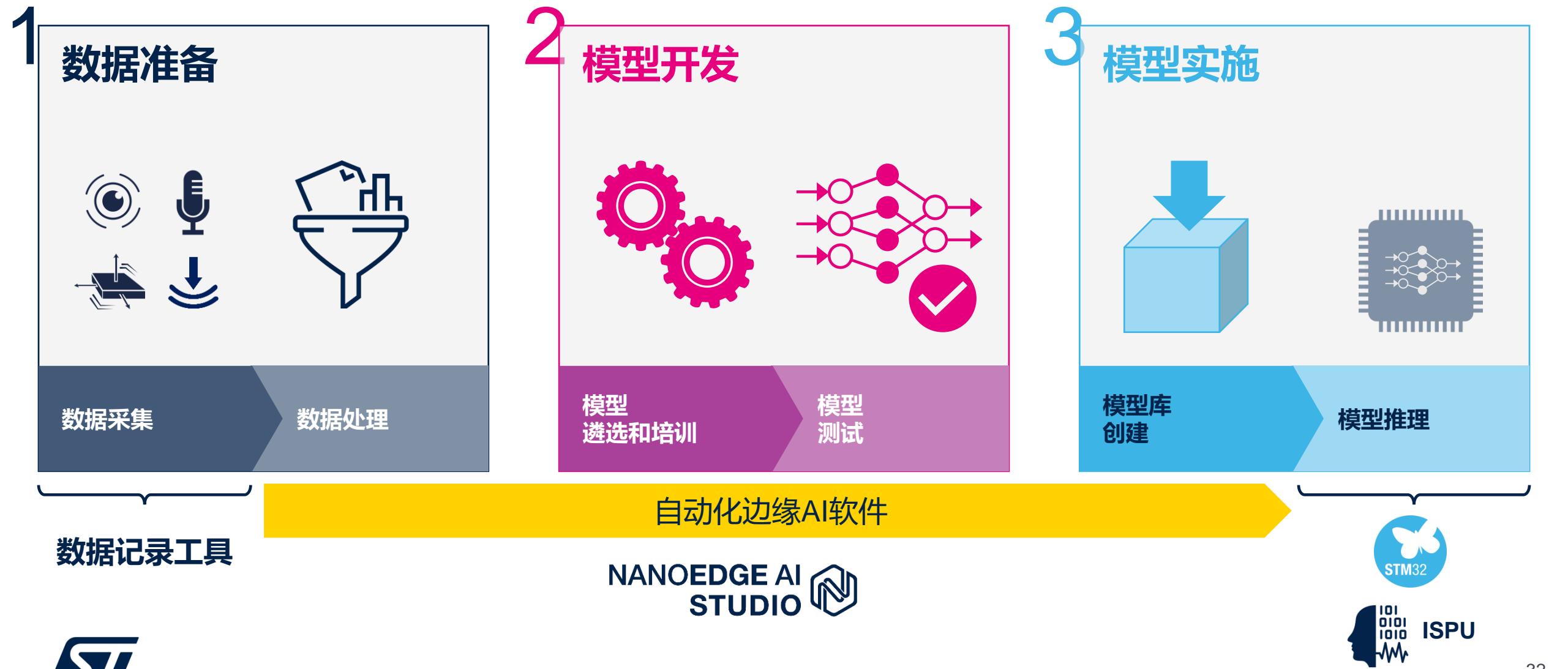
NANOEDGE AI
STUDIO

为STM32生成超优化的ML库

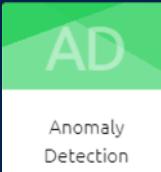
ML模型基准测试，加快开发时间

持续实施先进的ML：不需要特定的AI技能

用于AI开发流程的NanoEdge AI Studio



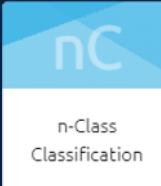
先进的机器学习带来更智能的产品



“

我想预测产品故障

工业泵能够学习自身的最佳操作模式，并自行检测异常



“

我想确定活动、环境和使用情况

智能手表在不使用连接功能的情况下可对人类活动识别进行分类



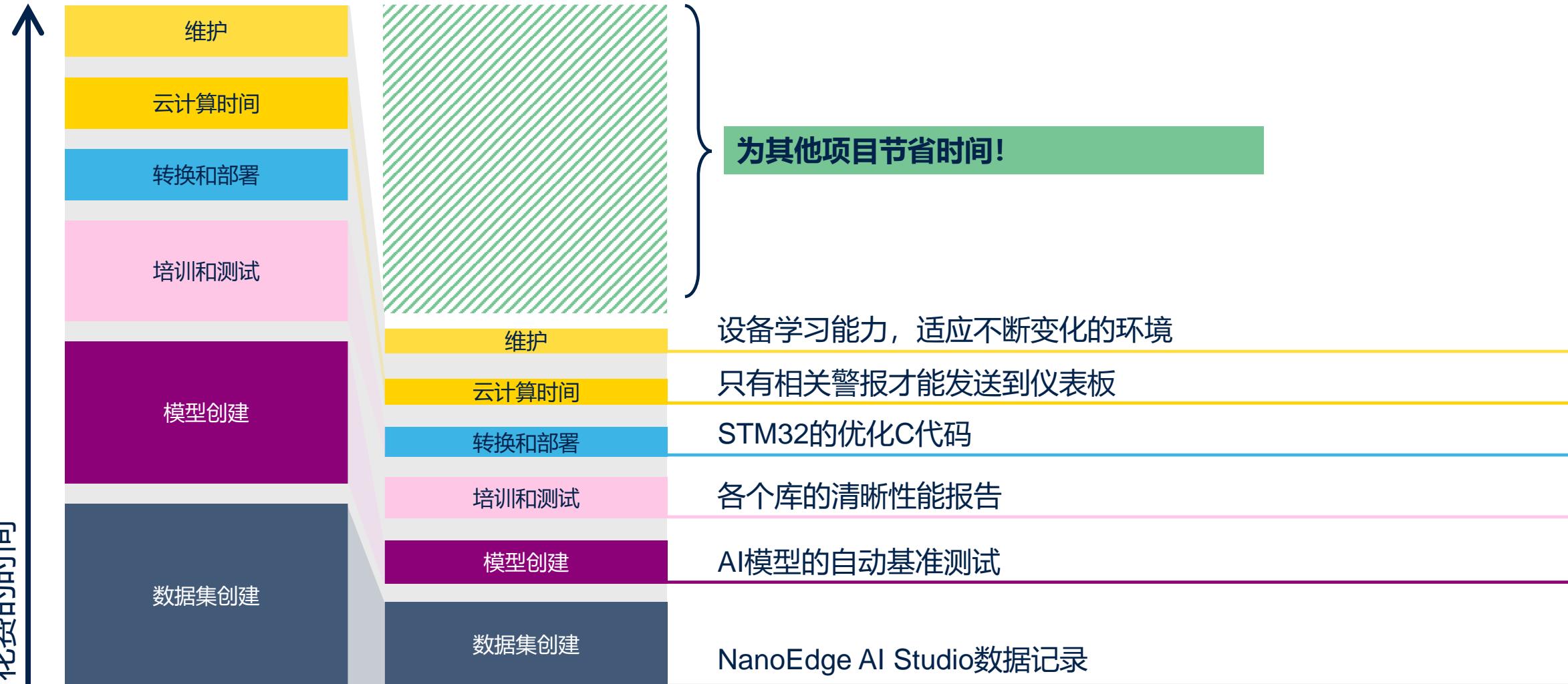
“

我需要预测未来的状态

洗衣机借助电机控制算法来称重衣物，并优化水、洗涤剂和能源的使用，而无需额外的传感器



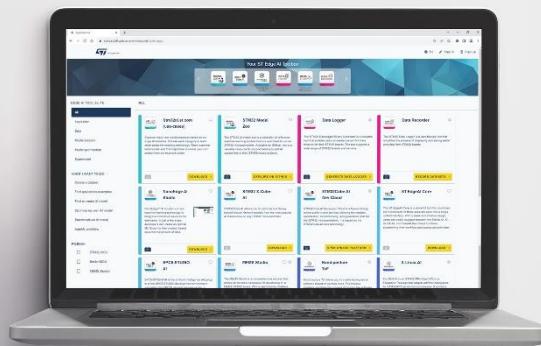
AI解决方案开发流程通过NanoEdge AI Studio进行强化



ST边缘AI套件

以开发者为中心的完整方法，加速边缘AI的部署

2024, 即将面市



边缘AI
套件



边缘AI
资源

在线文档

教程和培训

社区

软件工具综合集



AI框架
生态系统整合

ONNX

TensorFlow Lite

Keras

QKeras

LarQ

PyTorch

sklearn

NVIDIA

aws

MATLAB

Microsoft Azure

让开发者更容易使用边缘AI
与主要AI参与者建立合作关系



边缘加速器上的AWS STM32 ML
现已可用

阅读更多



STM32H7跑步视觉AI的性能提升10
倍
阅读更多

ST现提供 高效的AI解决方案框架

专注于您的专业
，剩下的一切都
交给我们

您的行业专长



- 引领真正的创新
- 缩短产品上市时间
- 优化成本
- 降低风险

AI设计服务



加速机器学习创新过程
的成熟方法



经认证的合
作伙伴生态
系统

人工智能软件和生态系统



NANOEDGE AI
STUDIO

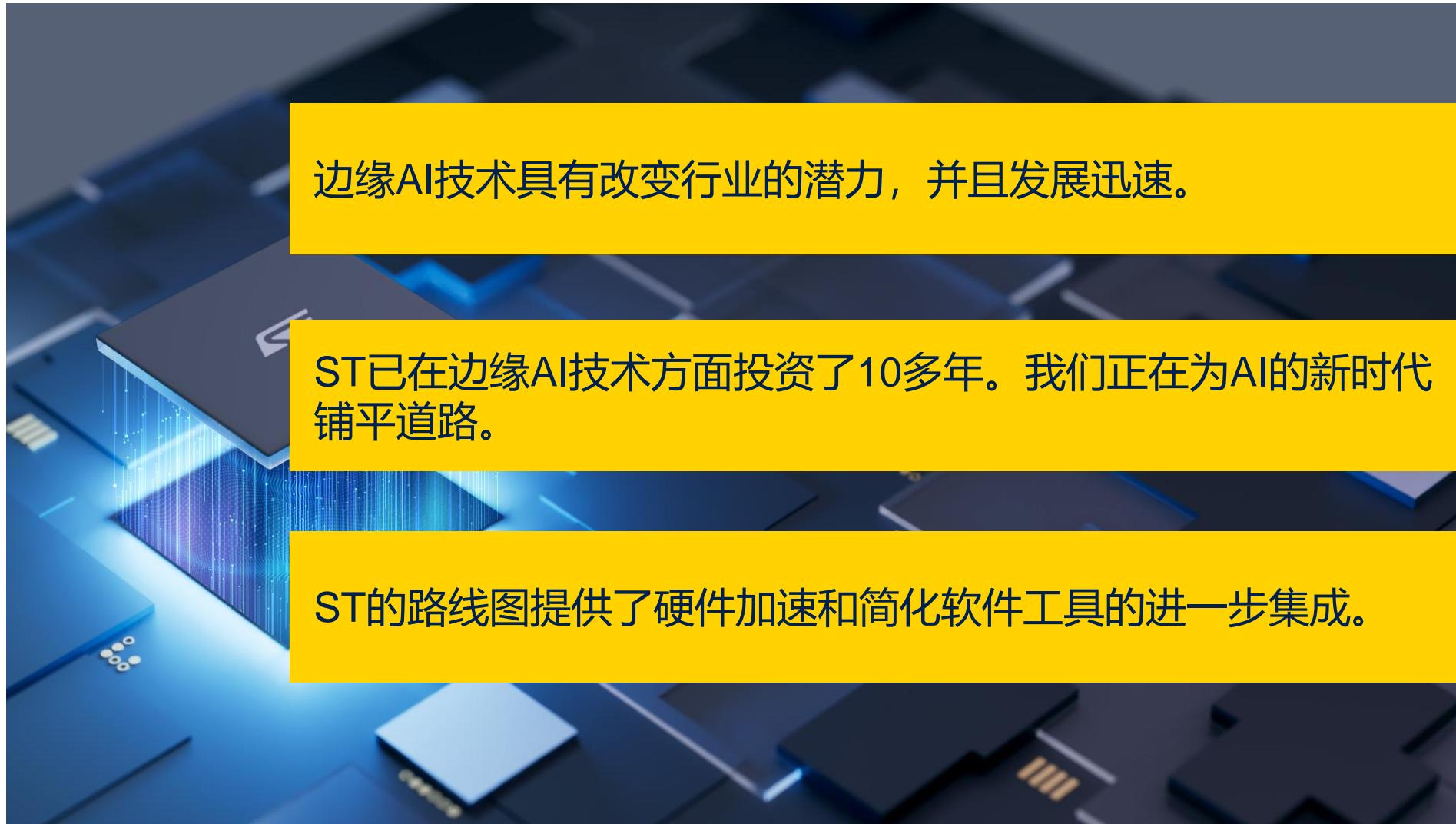


功能
包装

硬件



让您的产品更具优势—意法半导体— STM32 AI(<https://stm32ai.st.com/>)





工业峰会
资料下载中心



能以激励子网站



Our technology starts with You



了解更多信息, 请访问www.st.com

© STMicroelectronics - 保留所有权利。

ST徽标是STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他国家的商标或注册商标。若需意法半导体商标的更多信息, 请参考www.st.com/trademarks。

其他所有产品或服务名称是其各自所有者的财产。