

# 嵌入式处理器和软件技术发展趋势

## Embedded processors and Software innovation trends

讲者：何小庆

2021年9月10日

# 嵌入式系统的起源

- 嵌入式系统与微处理器密切相关
  - 70年代微处理器问世、80年代MCU和DSP出现。
  - 90年代嵌入式CPU百花齐放，2000年以后ARM流行。
  - RISC-V 源自高校的开源指令集，引领嵌入式CPU创新。
- RTOS与嵌入式软件
  - 80年代商用嵌入式RTOS出现。
  - 90年代Linux进入嵌入式系统。
  - 2010年以后是Android广泛流行。
  - 2015年是物联网操作系统的元年。
- 嵌入式系统会议
  - 1989年诞生于硅谷的ESC 是嵌入式技术缩影。
  - 2003年诞生于德国纽伦堡的embedded world Exhibition & Conference 已经成为行业的风向标。



2021年中国嵌入式技术大会  
EMBEDDED TECHNOLOGY Conference China 2021

# 嵌入式处理器发展历程

微处理器问世50年 个人电脑诞生40年



DSP

MCU

MPU

FPGA

SoC

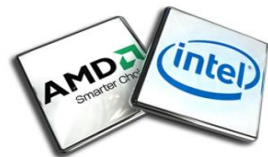
GPU

xPU



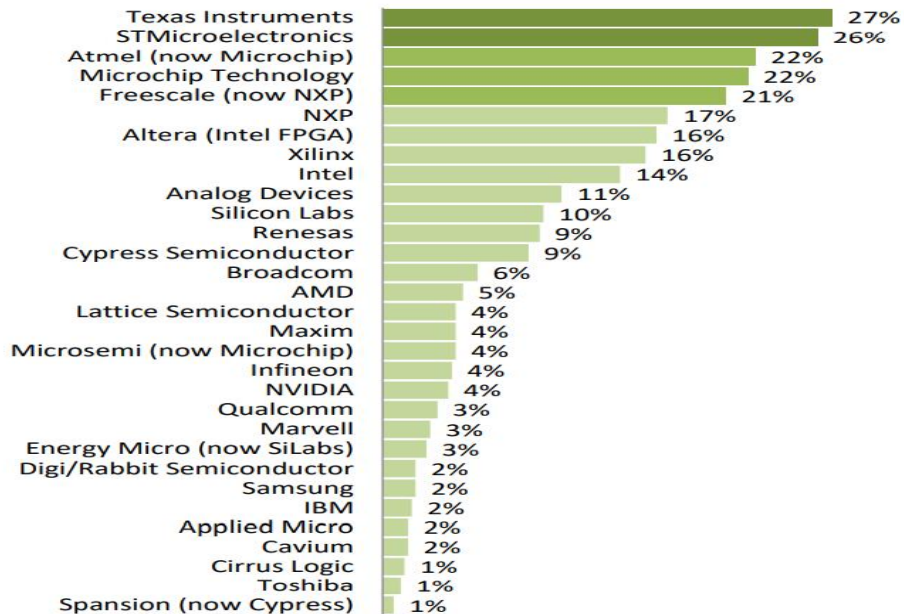
# 嵌入式处理器的架构之争

- 从历史发展的视角看：
  - 指令集 X86-68K-PPC-MIPS-ARM-RISC-V...
  - MCU芯片 8051-PIC-AVR-S08-MSP430- STM32。
- 从嵌入式芯片公司视角看：
  - Freescale-**NXP**、Atmel、TI、Renesas – 采用**Arm**。
  - Microchip 和 **intel**例外，收购Atmel 后也采用Arm。
- 从应用和市场视角看：
  - 物联网与AI - 改变了传统的嵌入式系统模式。
  - SoC化和专用化-私有架构有特色。
- 从产业技术视角看：
  - 3P原则：性能、价格和功耗平衡。
  - 生态环境：软件定义一切。



# 嵌入式处理器使用情况市场调查

- 嵌入式处理器依然呈现出百花齐放的局面，从架构看Arm 占据主导，X86 据后，未来或成 **Arm-X86-RISC-V** 三足鼎立之势。



Merged Brands Combined	%
Microchip/Atmel/Microsemi (Net)	40
NXP/Freescale (Net)	28
Intel/Altera (Net)	26
Silicon Labs/Energy (Net)	10
Cypress/Spansion (Net)	9

**Top Four Brands by Region:**  
**Americas:** TI, Microchip, STMicro, Atmel  
**EMEA:** STMicro, NXP, TI, Atmel  
**APAC:** TI, Atmel, Freescale, STMicro

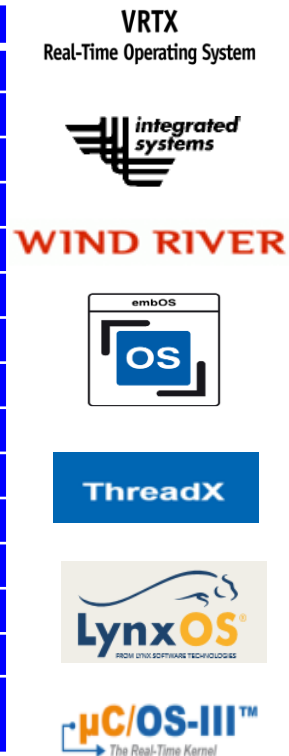
2019 (N = 458)

来自: EETime 2019 Embedded Market Study

# 嵌入式操作系统发展历史



RTOS 名称	公司名称	网站	近况
VRTX	Ready System/Microtec		最早的商业RTOS
pSoS	ISI		在通信业知名的RTOS
OS-9	Microware		与MOT 紧密 历史悠久
SMX	Mico Digital	<a href="http://www.smxrtos.com">www.smxrtos.com</a>	私人RTOS 企业
vxwork	Wind River	<a href="http://www.wrs.com">www.wrs.com</a>	嵌入式RTOS 的常青树
Lynx OS	Lynuxwork	<a href="http://www.lynx.com">www.lynx.com</a>	老牌的RTOS
QNX	QNX	<a href="http://www.qnx.com">www.qnx.com</a>	汽车电子见长
CMX	CMX system	<a href="http://www.cmx.com">www.cmx.com</a>	历史悠久,私人企业
Nucleus	ATI/Mentor	<a href="http://www.mentor.com">www.mentor.com</a>	被Mentor-西门子 收购
ThreadX	Expresslogic	<a href="http://www.rtos.com">www.rtos.com</a>	被微软收购-Azure RTOS
uc/OS	Micrium	<a href="http://www.micrium.com">www.micrium.com</a>	被Silicon Lab 收购-开源
Integrity	Gree Hill	<a href="http://www.ghs.com">www.ghs.com</a>	安全和军工
OSE	Enea	<a href="http://www.enea.com">www.enea.com</a>	通信业后起之秀
PikeOS	SYSGO AG	<a href="https://www.sysgo.com/">https://www.sysgo.com/</a>	欧洲知名的RTOS
embOS	Segger	<a href="http://www.segger.com">http://www.segger.com</a>	工具见长



嵌入式OS 始于和发展于RTOS，RTOS 有超过30年历史  
全球兴旺的时候有几百家，中国也有自己RTOS



# 开源的嵌入式操作系统

- RTEMS: 实时多处理器系统, POSIX, 最早运用在美国国防系统。
- eCOS : 基于GNU 的RTOS, C/C++ , 含TCP/IP和文件系统, 在消费电子产品有许多应用, 后被红帽收购。
- TOPPERS : 日本开源的RTOS, 符合uITRON 4.0 标准, 创始人是名古屋大学高田教授 (Hiroaki Takada) , 现在专注在汽车电子。
- Contiki: 起源于无线传感网络的的RTOS , 有超低功耗管理和IPV6支持。
- $\mu$ C/OS : Jean Labrosse 撰写的知名的RTOS, 2020年 完全的开源软件。
- FreeRTOS : 其专注在支持MCU , 开源模式和生态好, 先被Amazon托管发展为一个IOT OS, 授权从GPL改成MIT。
- Nuttx: POSIX API, 无人机应用, 小米Vela IOT OS的内核。
- Zephyr: Linux基金会维护一个RTOS项目, 源自风河, Intel /NXP主导。
- RT-Thread : 中国知名的开源RTOS, 一个小而美的IOT OS。
- Linux 和 Android 在嵌入式系统广泛应用。

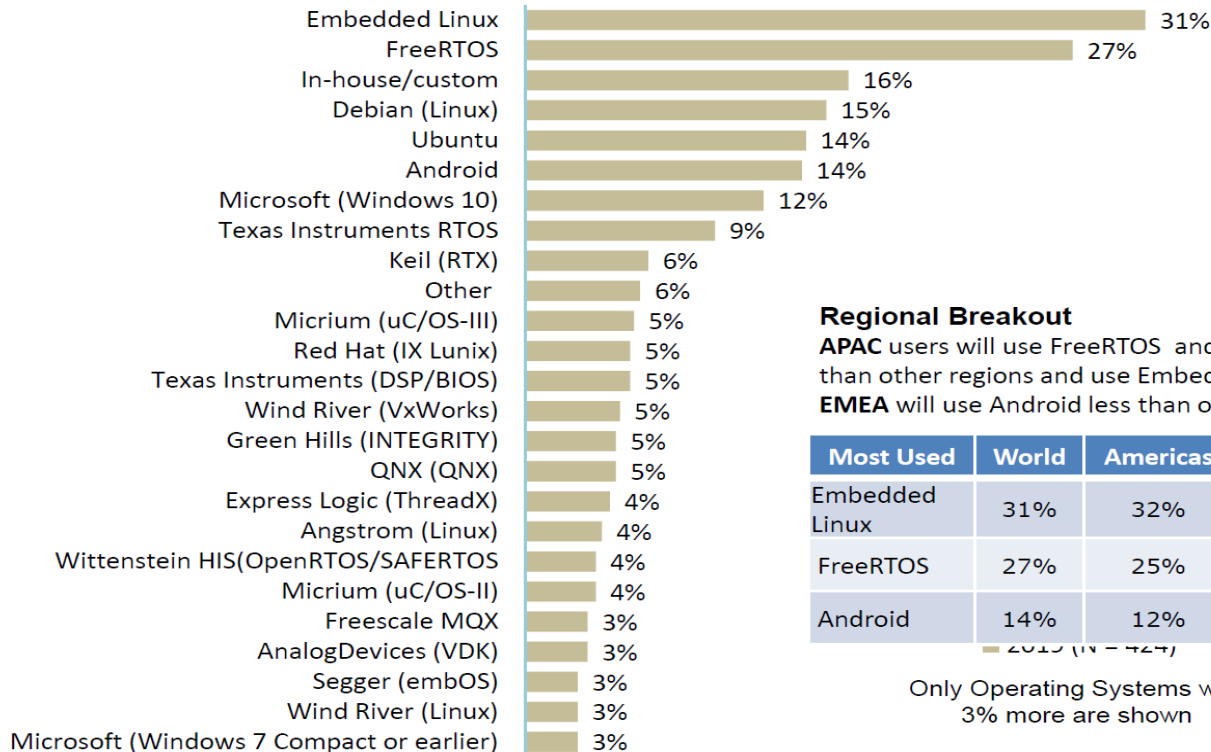


<https://www.osrtos.com/>



嵌入式系统联谊会  
[www.esbf.org](http://www.esbf.org)

# 2019 嵌入式 OS 市场调查



## Regional Breakout

**APAC** users will use FreeRTOS and Android much more than other regions and use Embedded Linux much less. **EMEA** will use Android less than other regions.

Most Used	World	Americas	EMEA	APAC
Embedded Linux	31%	32%	31%	<b>26%</b>
FreeRTOS	27%	25%	24%	<b>37%</b>
Android	14%	12%	<b>10%</b>	<b>26%</b>

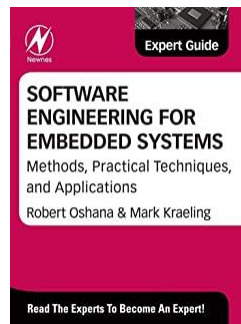
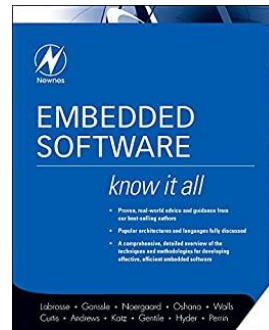
Only Operating Systems with 3% more are shown

来自: **EETimes** embedded



# 嵌入式处理器和软件发展历程

- 1980年、**微处理器**和硬件设计占主导地位，软件在系统中比例很低。
- 1990年、商业**RTOS**开始流行，它帮助解决了软件复杂性问题。
- 2000年、**SoC处理器**渐渐上位，软硬件协同设计；汽车电子驱动软件仿真、模型和验证方法流行。
- 2010年、**开源软件**大规模采用，驱动开发和测试方法变革；IoT架构和应用驱动**分布实时**软件回归。
- 2020年、**“软件定义硬件”** 开源将驱动嵌入式系统变革。



# 嵌入式系统正在走向AIOT时代



## 拥抱AI

拥抱AI 相信已是当今电子信息企业的共识。我们想让AI落地，在工厂、机场、车站、办公室、医院、教室等现实场景中发挥作用，嵌入式系统将与AI“三要素”- 算力、数据、算法合作找到合适解决方案，AI正在成为嵌入式边缘设备的属性

## 万物互联

5G时代，万物互联成为基础设施。接入节点的数量呈现几何级数的增长，接入节点的安全性成同样趋势的下降。5G时代各种通信方式比如窄带通信、近场通信等在不同场景下叠加和融合，安全之忧是一场大考

AIOT

# IoT产业发展需要物联网OS

- IoT市场在不断增长。据IoT Analytics的统计，2020年，IoT联网设备（如：智能网联汽车、智能家居、工业联网终端）的数量将首次超过非IoT联网设备（如：智能手机、笔记本电脑和台式机）。
- 2020年底，全球217亿个活动联网设备中，IoT设备达到117亿（占比约54%）。到2025年，预计将有超过300亿的IoT连接，全球平均每人将近4台IoT设备
- 物联网时代对操作系统提出新要求：
  - **安全性、端云结合、低功耗、多平台和分布式**
- 没有统一物联网的操作系统，导致物联网软件迭代慢、成本高，生态闭塞。软件开发重复性大，成为制约物联网发展的重要因素之一。

**PC时代有Windows OS、移动互联网时代有Android和IOS，为什么物联网时代没有一种物联网操作系统呢？**

# 物联网操作系统的技术特征

## ▪ 管理物的能力

- “物”是“嵌入式**实时**的低功耗传感器设备”

## ▪ 泛在的通信能力

- 支持各种无线和有线，近场和远距离的通信协议

## ▪ 设备的可管理和维护性

- 支持设备的安全动态升级和远程维护

## ▪ 物联网安全

- 物联网安全包含设备、通信和云安全，具备防御外部安全入侵和篡改能力

## ▪ 物联网云和边缘计算

- 通过物联网云平台完成远程设备管理，数据存储和分析，安全控制和业务支撑，通过边缘计算加人工智能处理架构和能力。



# 人工智能已经从云走到端



从云服务器



到嵌入式IoT终端



## 为什么？



降低云的压力



私密性更高

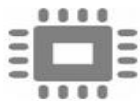


延时更短



更加节能

### 边缘低功耗AI需要



低功耗AI芯片



低功耗无线传输



低功耗传感器

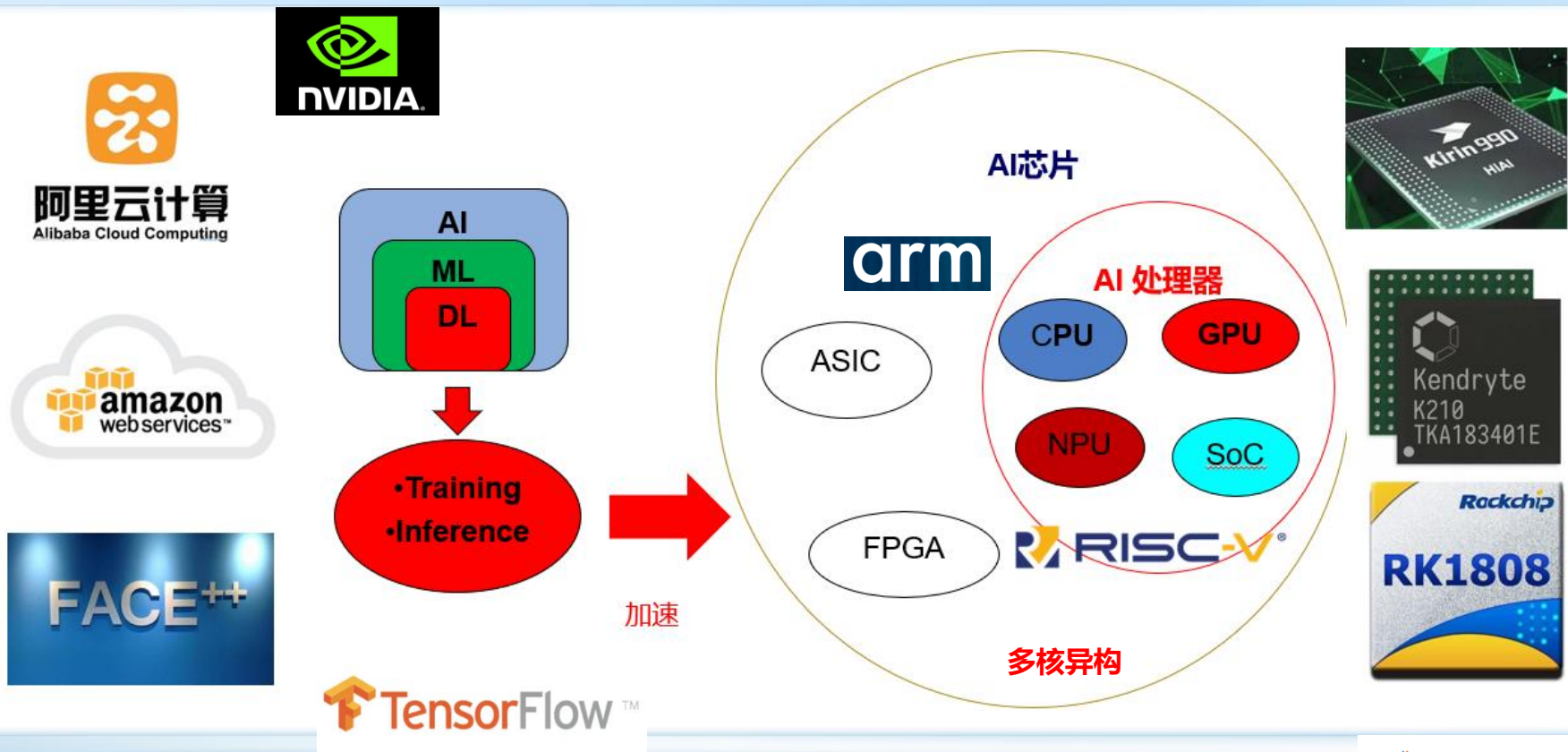


轻量级AI算法



高能量密度电池

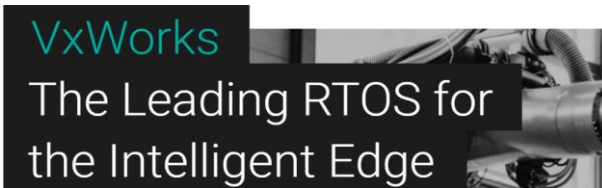
# AI 芯片: AIOT 系统的灵魂





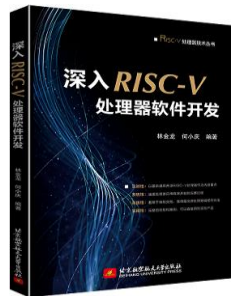
# 操作系统：AIOT的基石

- AIOT 时代操作系统技术演进：
- 自动驾驶-功能安全认证 (**Safety**) ISO26262。
- 联网系统-信息安全 (**Security**) 。
- 实时性和确定性 (低延时) 。
- 复杂的体系架构-**异构/多核**/可伸缩。
- 内核技术演进 (**微内核**和宏内核并存) 。
- **POSIX** API兼容，Linux /AGL:-汽车级。
- **分布式**操作系统技术。
- **虚拟化**，容器和K8S技术支撑规模应用。



# 参考资料

- 何小庆 嵌入式操作系统与物联网演进之路 CSDN 2017年5月
- 何小庆 全球 MCU 市场和技术发展趋势 ELEXCON 深圳国际电子展 2017年5月
- 何小庆 物联网机遇前所未有，国产MCU有望出奇制胜 中国电子报 2017年7月
- 何小庆 走向竞争前沿 国产MCU任重而道远 中国电子报 2018年8月
- Robervander 欧美嵌入式技术、MCU和开发工具市场分析 单片机与杂志2019.6
- Robervander 嵌入式系统中,我们正在谈论哪些应用? 单片机杂志2019年8月
- 何小庆 3种物联网操作系统分析与比较 微纳电子与智能制造杂志 2020.3
- 胡振波 RISC-V 架构与嵌入式开发快速入门 人民邮电出版社
- 何小庆 RISC-V 处理器嵌入式开发概述 单片机与嵌入式系统应用 杂志2020年11月
- 工业互联网前线 华为鸿蒙深度研究  
<https://mp.weixin.qq.com/s/wWBHc4pQBUWyWVxOU3R9lw>
- 何小庆 物联网操作系统展望 单片机与嵌入式系统应用 2021年2月
- 何小庆 国产嵌入式操作系统发展思考 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/106399322>
- 何小庆 RISC-V产业的现状与未来 单片机与嵌入式系统应用 2021年8月



[www.hexiaoqing.net](http://www.hexiaoqing.net) (演讲/图书/课件和文章)