

物联网操作系统:技术、应用与发展

IoT OS: Technology、Application and Future

何小庆 Allan He
xiaoqinghe@live.com

1

2018年4月20日

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/Microte | | 被mentor 收购 |
| pSoS | ISI | | 被Windriver 收购 |
| OS-9 | Microware | | 被Metorwork 收购 |
| SMX | Mico Digital | www.smxrtos.com | |
| vxwork | Wind River | www.wrs.com | 被 intel 收购 |
| LynxOS | Lynuxwork | www.lynx.com | |
| QNX | QNX | www.qnx.com | 被黑莓公司收购 |
| CMX | CMX system | www.cmx.com | |
| Nucleus | ATI/Mentor | www.mentor.com | 被Mentor 收购 |
| ThreadX | Expresslogic | www.rtos.com | |
| uc/OS | Micrium | www.micrium.com | 被Silicon Lab 收购 |
| Integrity | Gree Hill | www.ghs.com | |
| OSE | Enea | www.enea.com | |
| Zephyr | Linux Foundation | www.zephyrproject.org/ | 现在Linaro 在主导维护 |
| Nuttx | Gregory Nutt 2007 BSD 授权 | http://www.nuttx.org/ | POSIX API 无人机应用 |

OS-9



VRTX
Real-Time Operating System



WIND RIVER

Microsoft



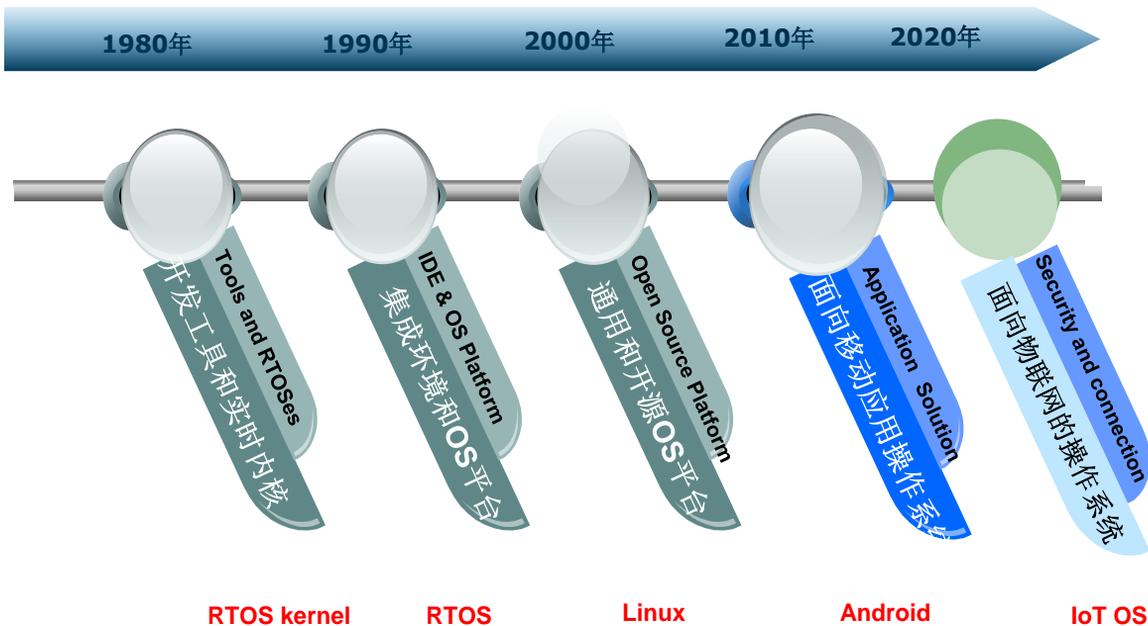
嵌入式OS 始于和发展于RTOS，RTOS 有超过30年历史
全球兴旺的时候有几百家，中国也有几个RTOS



嵌入式系统联谊会
www.esbf.org

嵌入式操作系统演进之路

Embedded Device Operating System

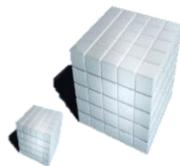


物联网设备的软件需要

2016年风河公司在纽伦堡Embedded World 上分析物联网设备有8大软件需求



模块可升级的架构



设备软件可伸缩



系统安全



虚拟化



性能和实时性



连接性



丰富的UI



安全认证

传统的嵌入式OS和通用OS 都无法满足物联网需求

Gartner 预测 2017-2018 10 大 IoT 技术

- IoT Security
- IoT Analytics
- IoT Device Management
- Low-Power, Short-Range Networks
- Low-Power, Wide-Area Networks
- IoT Processors
- **IoT Operating Systems**
- Event Stream Processing
- IoT Platform
- IoT Standards and Ecosystem

物联网操作系统 (IoT Operating system) 呼之欲出

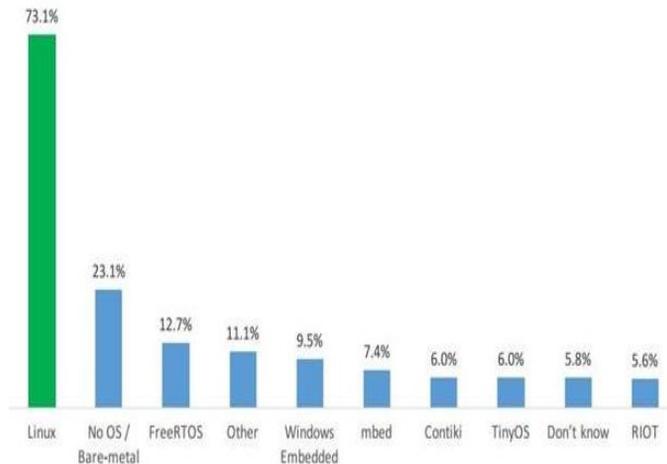
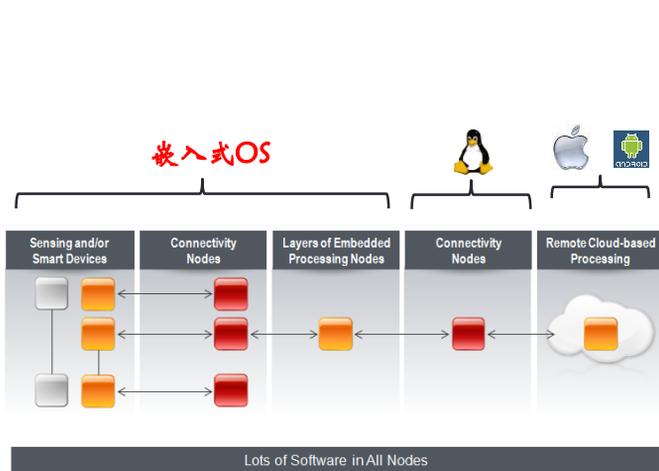
物联网OS的起源和发展过程

- 起源于两个开源传感网OS
 - TinyOS—加州大学伯克利分校开源项目（项目基本停了）
 - Contiki—作者是Adam Dunkels 博士，原在瑞典工学院计算机研究所，现是Thingsquare 创始人，uIP / LWIP 作者，项目很活跃
- 2010年欧洲有了面向物联网OS—RIOT
- 2014年1月微软宣布物联网版本Windows 10 IoT Core
- 2014年10月 ARM 物联网平台mbed OS
- 2014年10月Micrium 物联网方案Spectrum (uc/OS)
- 2014年庆科联合阿里发布MiCO OS
- 2015年华为发表了Lite OS
- 2015年谷歌在宣布物联网软件Brillo OS（现更名为Android Things）
- 2016年Linux 基金会推出Zephyr
- 2017年1月美国CES 海尔展出 UIhome OS
- 2017年10月阿里在云栖大会上宣布支持IoT的 AliOS



2014年世界媒体对IoT OS 报道

物联网开发的OS使用现状



IoT 设备的操作系统使用情况调查
(来自: IoT Developer Survey 2016)

Internet of Things Building Blocks

- 市场调查机构统计Linux 和 Android市场占有率很高
- RTOS 的机会数量 (以单片为单位) 是通用OS的3倍
- Linux 和 Android 只能运行在应用处理器上
- MCU 专注的物联网应用, 物联网设计的硬件平台资源对于Linux 或 Android略显不足

开源软件活跃在物联网开发和应用市场

物联网OS 的定义

物联网OS英文称为 IoT Operating Systems (OS) 也有称为 Operating System for Internet of thing 无论是学术界还是产业届对于物联网OS 还没有明确的定义、准确的内涵和外延的阐述

Windows 10 IoT Core

The operating system built for your Internet of Things

Android Things

Build connected devices for a wide variety of consumer, retail, and industrial applications

Huawei LiteOS 简介

Huawei LiteOS 是华为面向IoT领域，构建的轻量级物联网操作系统，以轻量级低功耗、快速启动、互联互通、安全等关键能力，为开发者提供“一站式”完整软件平台，有效降低开发门槛、缩短开发周期。

IoT Operating Systems (OSs)

- Energy and memory efficient approaches
- Sensors, IoT platform support and limitations in IoT OSs
- Interoperability of IoT OSs protocols and devices
- Simulation, emulation and testbed support, limitations and Solutions
- Resource management for IoT OSs
- Memory management for resource constrained IoT devices
- Security issues and solutions for privacy in IoT OSs
- Co-existence of technologies, limitation and solutions
- Standard API specifications for IoT OSs

ELSEVIER 《下一代计算系统》IoT OS 专刊的内容要求

Arm Mbed OS is an open source embedded operating system designed specifically for the "things" in the Internet of Things.

It includes all the features you need to develop a connected product based on an Arm Cortex-M microcontroller, including security, connectivity, an RTOS, and drivers for sensors and I/O devices.

物联网OS的五大特征

- 管理物的能力
 - “物”是“**嵌入实时的低功耗设备**”，需远程维护和动态升级机制
- 可裁剪和扩展的架构
 - 支持16-32-64bit MCU/MPU、单核和多核的设计方案
- 泛在的通信功能
 - 支持各种无线和有线，近场和远距离的通信方式和协议
- 物联网安全
 - 物联网安全包含设备和通信安全性，要具备防御外部安全入侵和篡改的能力
- 云平台接口
 - 通过云物联网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，这些是物联网大数据和人工智能的基础



具备低功耗、实时性和安全的传感、连接、云端管理服务软件平台

物联网OS 的市场现状

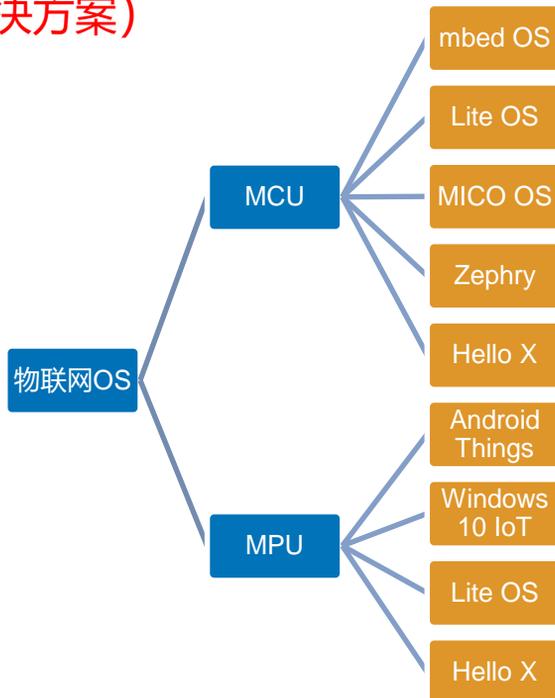
- 目前市场十余种物联网OS 都处在发展初期
 - 其中ARM mbed OS 已经有几个版本发布, 1.0/2.0 -3.0- 5.0 (5.8.2)
 - ARM 官方的说法: **mbed 操作系统仍处于开发阶段**
 - 庆科MiCO OS 处在市场定位的调整时期
 - Window 10 IoT core 明显在向云发展
 - Ali OS 正在进入IoT 市场
- 产业链生态环境谨慎的反映
 - Ali OS 和NXP、ST 最近有市场互动, 华为Lite OS 黑客松大赛
- 国内外企业还没有广泛宣称在使用某家物联网OS
 - 传统的RTOS 物联网解决方案除外
 - 企业和相关企业自用的除外

大公司在布局、小公司在投石问路

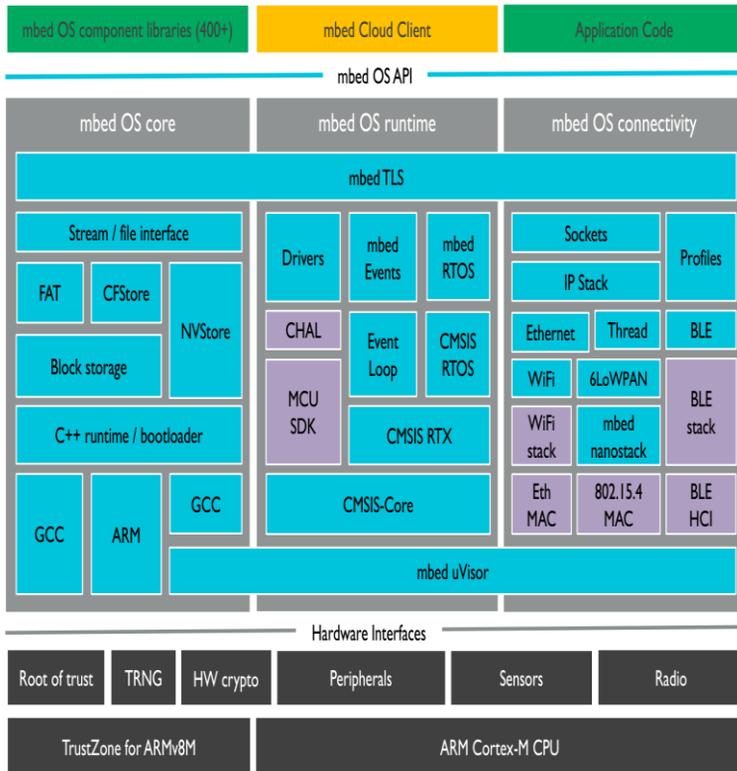
物联网操作系统总览

市场上有三类物联网OS（物联网软件解决方案）

- 专门为物联网应用开发的OS 平台(见右图)
 - mbedOS、MiCO OS, Android things...
 - 分为支持MCU和MPU(处理器) 两类
- 以嵌入式OS为基础，扩展支持物联网应用
 - Linux 和Android
 - FreeRTOS、uc/OS-III、ThreadX、Vxwork 7、Nucleus和RT-Thread...
- 从云端布局，拓展支持IoT 应用场景
 - Ali OS
 - Amazon FreeRTOS



ARM mbed OS

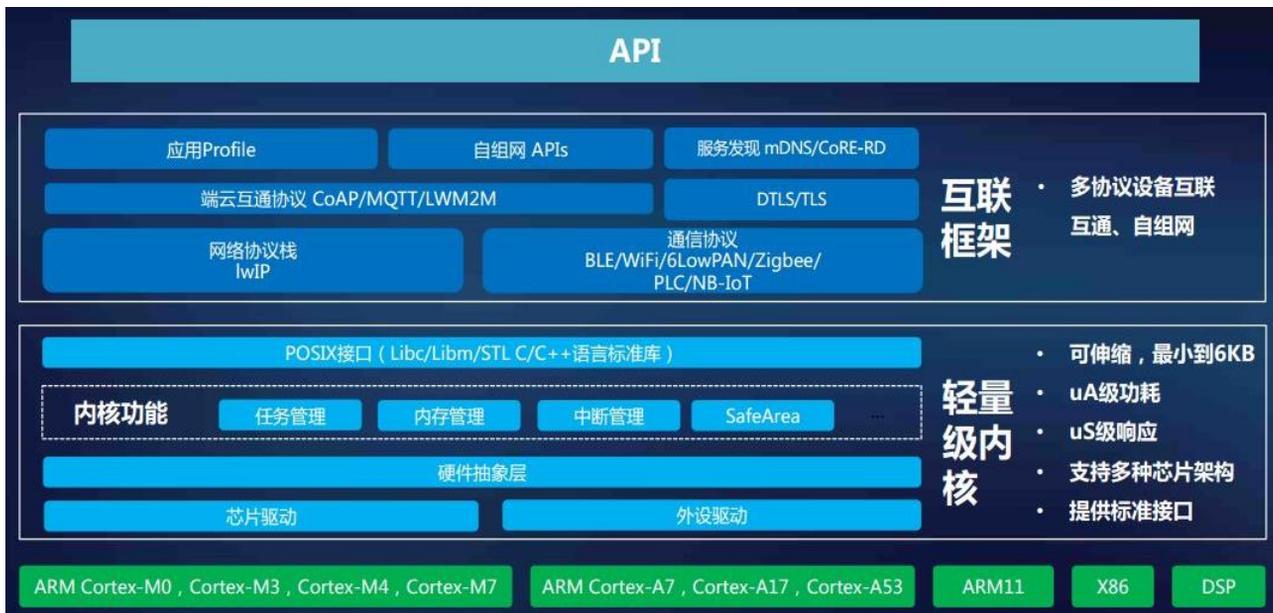


- Mbed OS 内核
 - 支持MCU 架构、C/C++ API
 - CMSIS-RTOS RTX
- mbed OS 中间件- 见左图
- mbed OS支持各种通信连接
 - WiFi、BLE、LoRa、6Lowpan, 蜂窝网络、Ethernet/CAN 有线 (NB-IOT除外)
- mbedOS 安全
 - 三层保护机制: mbed uVison、mbed TLS 和mbed Client
- 丰富的工具-mbedCLI、GIT、IAR/GCC
- mbed cloud connection
 - 支持公有云 (Watson IOT、AWS)
 - 工业IoT云 (ADVANTECH...)
 - 计划支持边缘计算

<https://developer.mbed.org/>
<https://github.com/ARMmbed>

Huawei LiteOS

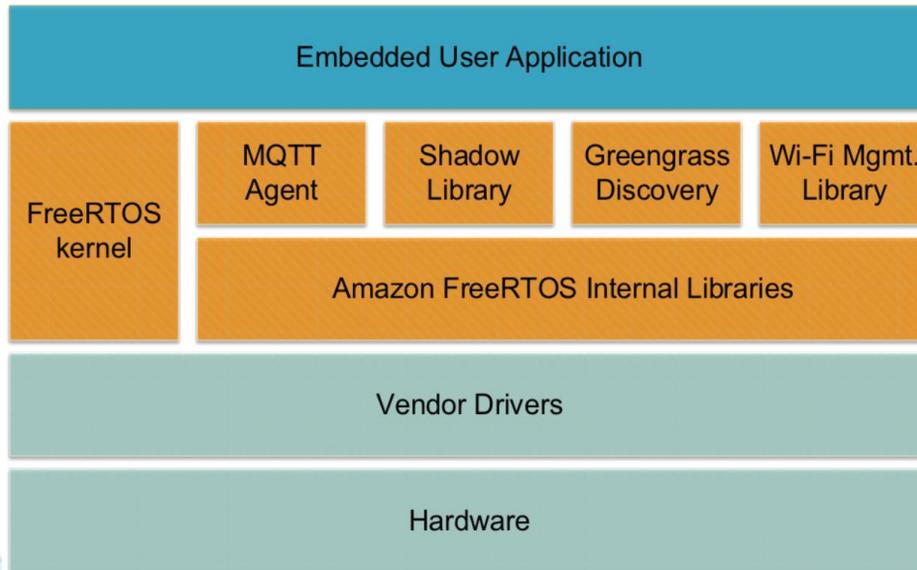
Huawei LiteOS 的内核分为两个层次，第一层是基础内核，第二层是扩展内核，基础内核的源码是开源的 https://github.com/LITEOS/LiteOS_Kernel



物联网操作系统，终端设备智能化使能平台

Amazon FreeRTOS

- Amazon FreeRTOS 是一款适用于微控制器的操作系统，可让您轻松地对低功耗的小型边缘设备进行编程、部署、安全保护、连接和管理。Amazon FreeRTOS 以 **FreeRTOS 内核为基础**，并通过**软件库对其进行扩展**，从而让您可以轻松地将小型低功耗设备**安全连接到 AWS 云服务或运行 AWS Greengrass 的功能更强大的边缘设备**，开源系统，可以免费使用



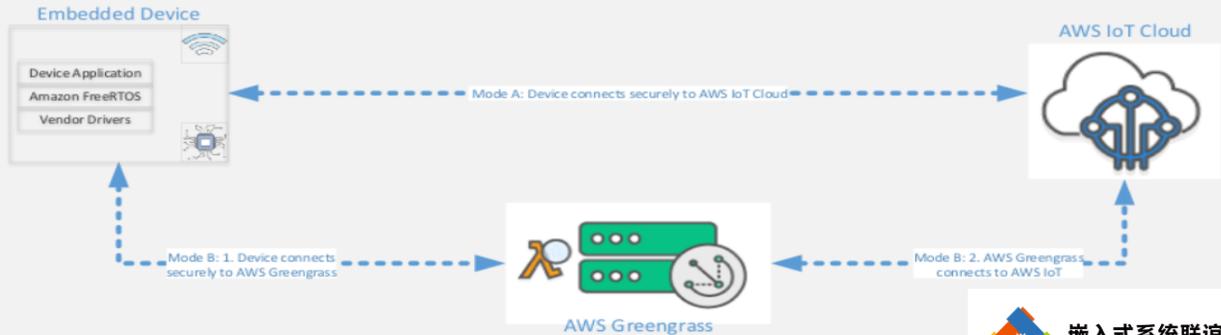
Amazon FreeRTOS 开发过程

Embedded Software Development Workflow



Build, Test and Deploy Device Application

Embedded Device Runtime Workflow

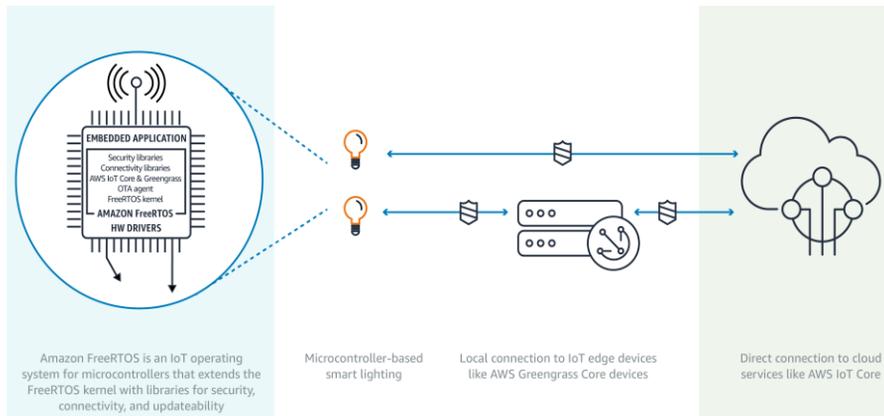


Amazon FreeRTOS 工业应用案例

- 工业传感器、致动器、泵和自动化组件均使用微控制器，因为它们成本低、功耗低，并且可以执行实时操作。工业客户的设备会生成大量工作负载数据，石油钻塔上的单个泵由微控制器控制，如果出现故障，则可能会完全停止生产。借助 Amazon FreeRTOS，这些客户可以直接连接到云来收集系统性能和压力方面的数据，并通过 AWS Greengrass 在本地实时采取行动来防止出现破坏性中断事故

Honeywell

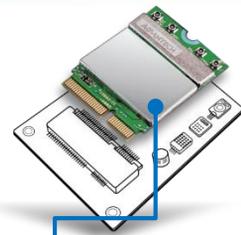
THE POWER OF **CONNECTED**



嵌入式系统联谊会
www.esbf.org

发展物联网OS的若干问题

- 解决IoT 面对的市场和技术问题
 - 市场碎片化
 - 主对是那个市场-智能家居,可穿戴和IIoT.....?
 - 技术非标化
 - 没有协议标准和芯片标准 (SoC/MCU/MPU)
- 开发者上手要容易
 - IoT OS 不该是Linux 开发方法
 - IoT OS 更接近 RTOS 开发方法
- IoT 安全的解决之道
 - 安全是系统工程, 需要从**芯片-设备-通信-云-用户**协力
 - IoT OS 应该提供与IoT 安全端-端解决方案



构建智能社会的嵌入式与物联网技术三大基石

1

Connectivity 互联互通是构建智能社会的基础，致力发展高效，可靠和低功耗的联网技术

2

Ecology 面对大数据未来，发展绿色环保的高能效的嵌入式计算技术

3

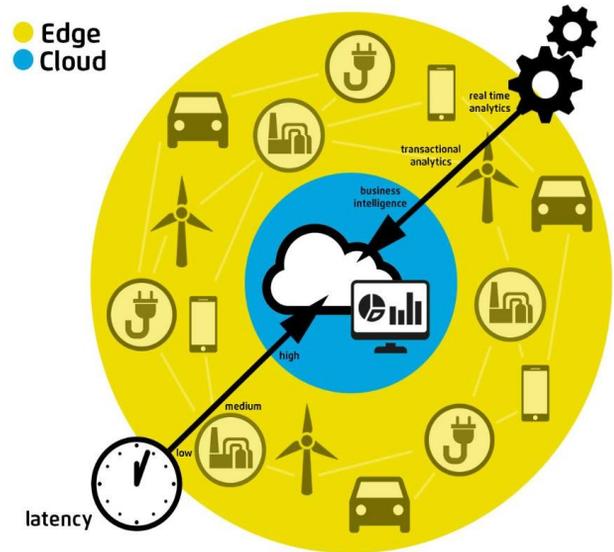
Safety & Security 连入开放网络的嵌入式，自身的功能安全和系统的信息安全都将非常重要

边缘计算

- **Edge computing** refers to the enabling technologies allowing computation to be performed at the edge of the network, on downstream data on behalf of cloud services and upstream data on behalf of IoT services.¹
- In the context of IIoT, 'edge' refers to the computing infrastructure that exists close to the sources of data, for example, industrial machine, controllers and time series databases aggregating data from a variety of equipment and sensors. These devices typically reside away from the centralized computing available in the cloud.²

1 Edge Computing: Vision and Challenges
IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL OCT 2016

2 <https://www.ge.com/digital/blog/what-edge-computing>



总结

- 物联网OS 的普及需要长时间的市场培养
 - 用户不会短时期决定使用哪种OS,也不会短时间换一种OS
- 物联网OS 的技术需要长期的探索和发展
 - 目前产品和技术内涵和外延不清晰
 - 建议采取由小到大、走由简到繁的路径
- 重视物联网系统安全的研究
 - 缺少规范和成熟的开发方法、物联网OS可以帮助安全落地
- 高校对物联网OS 研究和关注不够
 - 传统嵌入式OS 课程有待升级, 物联网OS(RTOS)是机遇

坚持开源和持久的生态环境建设

参考资料

- 何小庆江文瑞 “嵌入式计算设备”单片机与嵌入式系统应用杂志 2014年9月
- 何小庆“云计算在物联网中的应用”单片机与嵌入式系统应用杂志 2014年11月
- 江文瑞 何小庆“物联网与实时操作系统”单片机与嵌入式系统应用杂志 2014年12月
- 何小庆 “物联网操作系统浅析”单片机与嵌入式系统应用杂志 2015年1月。
- 张爱华 何小庆“基于嵌入式操作系统的物联网安全”单片机与嵌入式系统应用杂志 2015年1月
- 何小庆“2014年可穿戴设备市场回顾” 电子产品世界 2015年2月
- 何小庆 “物联网操作系统的最新发展” 电子产品世界杂志2015年10月
- 何小庆“谈谈FreeRTOS 及其授权方式”单片机与嵌入式系统应用杂志 2015年10月。
- 何小庆著 嵌入式操作系统风云录：历史演进和物联网未来 机械工业出版社 2016年11月出版
- Allan he Global Development Trends of Embedded and Internet of Things Technology (全球嵌入式技术和物联网发展趋势) 德国Elektor business 杂志 2017.5



Thank you !

Any question please feel free to contact:

xiaoqinghe@live.com

www.hexiaoqing.net

@何小庆新浪微博