

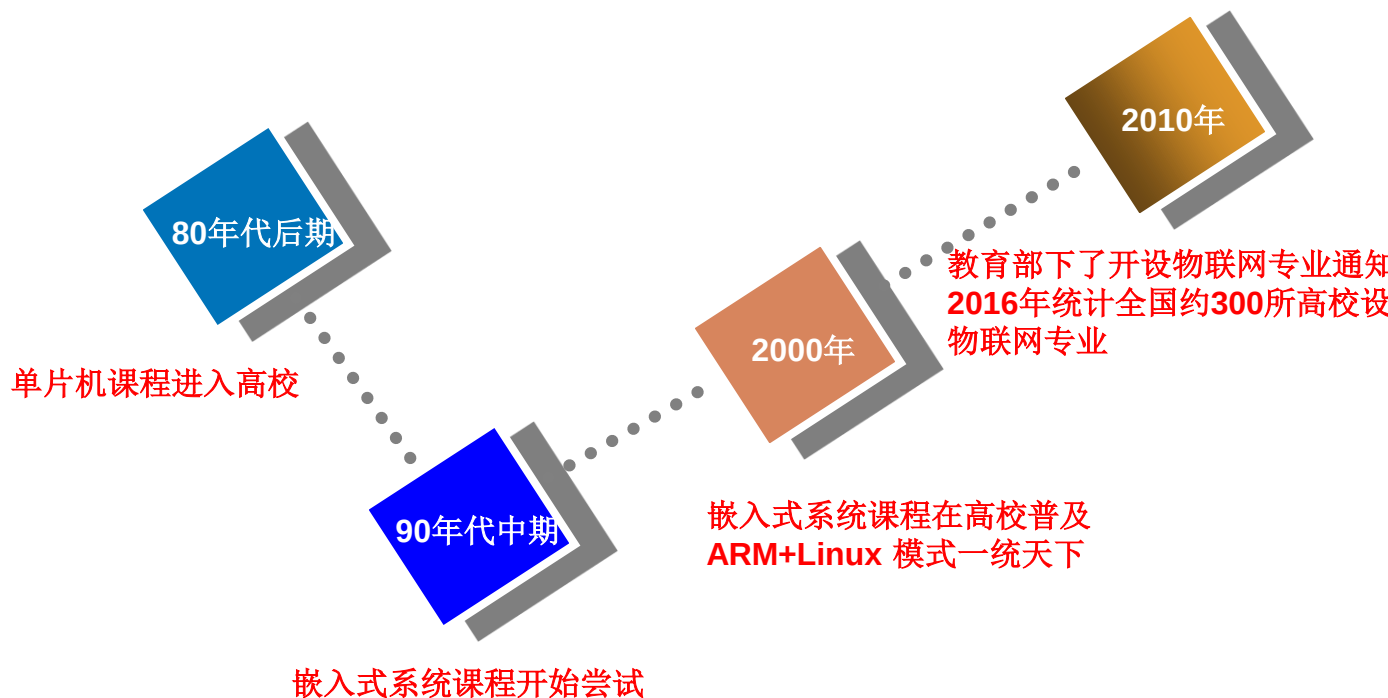
# 面向物联网的嵌入式系统 教学改革的探讨

Allan He 何小庆  
STM32教育联盟会议  
July 2018 Suzhou

# 发言内容

- 嵌入式系统教学和课程体系现状
- 面向物联网嵌入式教学如何改进
- 可穿戴系统设计与实现课程的实践
- 嵌入式操作系统历史与发展
- 嵌入式操作系统课程改革的思考

# 嵌入式系统教学发展历程



# “嵌入式系统”教学的现状

## ■ 目前“课程大致分成三类

### - 嵌入式系统硬件;

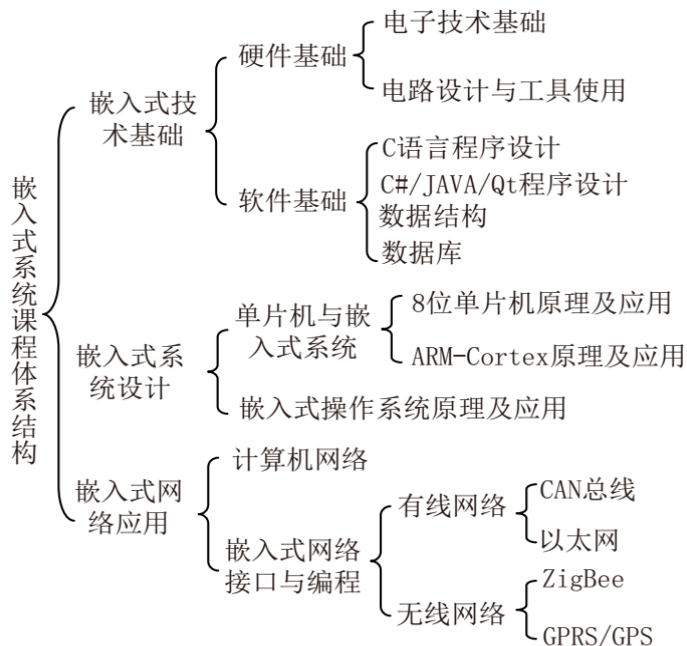
单片机、嵌入式系统体系结构，嵌入式系统原理和接口

### - 嵌入式操作系统;

嵌入式Linux，uc/OS-II/III

### - 嵌入式系统应用;

嵌入式网络、MP4/PDA和物联网应用场景（智能家居） .....



来自：邢海霞 淮安信息职业技术学院 《物联网技术》

# 典型的嵌入式系统课程 (1)

- 《嵌入式系统》和《嵌入式系统实验》 北航计算机学院

- 研究生专业基础课 (32学时)

- 主要内容

|     |                    |         |
|-----|--------------------|---------|
| 第一章 | 绪论                 | ( 2 学时) |
| 第二章 | 嵌入式硬件基础            | ( 3 学时) |
| 第三章 | ARM 微处理器体系结构       | ( 3 学时) |
| 第四章 | ARM 指令集            | (4 学时)  |
| 第五章 | ARM 硬件接口及系统设计      | ( 4 学时) |
| 第六章 | 嵌入式操作系统概述          | ( 3 学时) |
| 第七章 | 嵌入式 Linux 操作系统     | ( 3 学时) |
| 第八章 | 嵌入式 Linux 驱动程序基础   | ( 3 学时) |
| 第九章 | 嵌入式 Linux 驱动程序 (一) | ( 3 学时) |
| 第十章 | 嵌入式 Linux 驱动程序 (二) | ( 4 学时) |



# 典型的嵌入式系统课程（2）

《嵌入式系统实验》最新的基于**Sylix OS** 实验内容

| 学时 | 形式 | 内容                  |
|----|----|---------------------|
| 2  | 实验 | SylixOS 开发基础知识      |
| 2  | 实验 | 汇编/C混合编程            |
| 2  | 实验 | 串口通讯/多线程通讯          |
| 4  | 实验 | GPIO与中断实验           |
| 2  | 实验 | 嵌入式数据库实验            |
| 2  | 实验 | QT图形界面应用程序设计        |
| 4  | 实验 | 数码管驱动程序设计（非计算机专业选作） |

# 典型的嵌入式系统课程 (3)

- **“嵌入式系统开发” 北航机械与自动化学院**
- 本科和研究生课程，36学时 (24+12)

| 课件题目          | 课件形式 | 课件内容                                                            |
|---------------|------|-----------------------------------------------------------------|
| 1. 引言         | PPT  | 嵌入式系统技术前沿、应用领域、发展趋势及相关领域研究成果                                    |
| 2. 嵌入式系统的基本知识 | PPT  | 嵌入式系统的特点、分类、基本概念                                                |
| 3. 嵌入式实时操作系统  | PPT  | 介绍主流实时操作系统，深入分析嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}$ ，包括系统结构、实时性及应用 |
| 4. 嵌入式硬件平台    | PPT  | 介绍主流硬件平台，详细介绍 ARM 微处理器的体系结构、功能及应用                               |
| 5. 嵌入式系统的设计方法 | PPT  | 以一个典型应用为例，介绍嵌入式系统设计的一般方法，                                       |
| 6. 嵌入式系统的硬件设计 | PPT  | 介绍外围接口设计，以 LCD、触摸屏为例，着重讲解人机交互接口设计                               |
| 7. 嵌入式系统编程    | PPT  | 介绍嵌入式软件的体系结构，着重讲解嵌入式 GUI 的编程方法                                  |
| 8. 嵌入式技术研讨    | PPT  | 选择 5-8 名有嵌入式开发经验的学生做报告，师生点评，探讨。                                 |
| 9. 考试         |      |                                                                 |

# 典型的嵌入式系统课程 (4)

## ■ “嵌入式系统开发” 实验大纲

| 实验题目                               | 分类   | 实验内容                                                        |
|------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------|
| 1、ARM SDT 2.5 开发环境介绍               | 基本知识 | 介绍嵌入式开发一般流程，并介绍开发过程中使用的软件和硬件的安装与调试，学生通过该实验可以了解和熟悉嵌入式的软硬件平台。 |
| 2、开发基本的嵌入式应用程序                     | 基本知识 | 通过一个最简单，最基本的嵌入式应用程序，介绍基本的嵌入式应用程序的开发方法。                      |
| 3、交通管制信号灯模拟实验——I/O 接口              | 基础技能 | 通过模拟交通灯，掌握 ARM 中 I/O 接口的使用，以实现对外围设备开关量的控制。                  |
| 4、模拟电子画板实验——触摸屏应用                  | 基础技能 | 通过在触摸屏上开发一个电子画板，掌握触摸屏的设计使用方法。                               |
| 5、ARM 的图形界面设计实验——API 绘图函数          | 基础技能 | 通过使用 API 函数，实现一个嵌入式用户图形界面。                                  |
| 6、基于 ARM 的多通道仪表信号采集实验——多任务与 A/D 转换 | 基础技能 | 本实验用多任务模拟一个多通道的仪表信号采集器，根据优先程度的不同，对仪表信号进行监控。                 |
| 7、基于局域网的电子菜单设计                     | 综合应用 | 设计一个基于局域网的电子点菜 PDA，可以直接查看菜谱，进行实时点菜，所涉及技术点包括网络、触摸屏、LCD 显示等。  |
| 8、游戏图形界面的 LCD 控制与应用                | 综合应用 | 设计一个嵌入式游戏，如俄罗斯方块、贪吃蛇等                                       |



# 嵌入式系统教学改革和创新

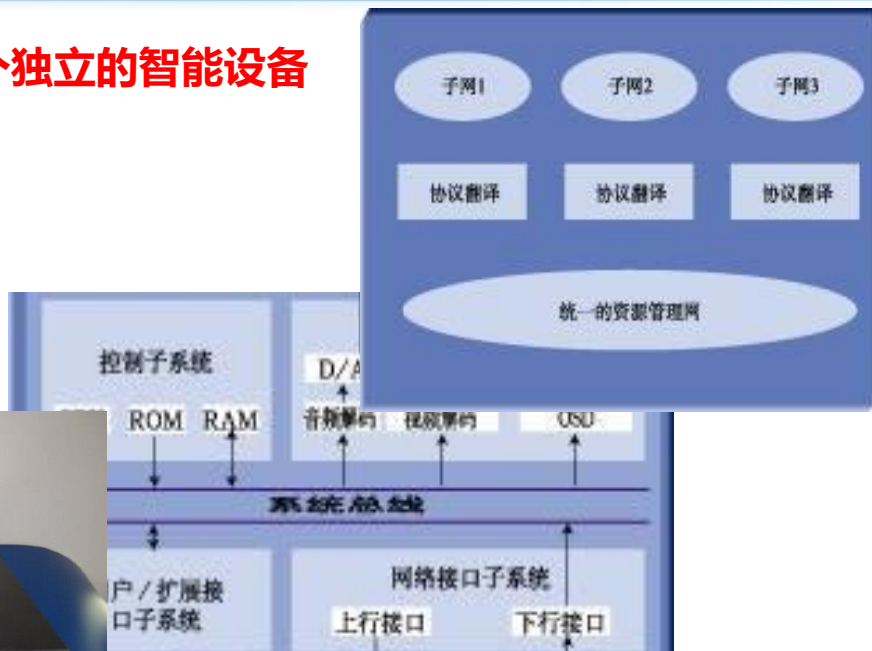
## 嵌入式系统教学改革和创新的三大推动力

- 技术创新推动改革
- 应用发展推动改革
- 人才需求推动改革

**物联网推动嵌入式系统课程变革！**

# 物联网与嵌入式系统 (1)

传统的嵌入式系统是一个独立的智能设备

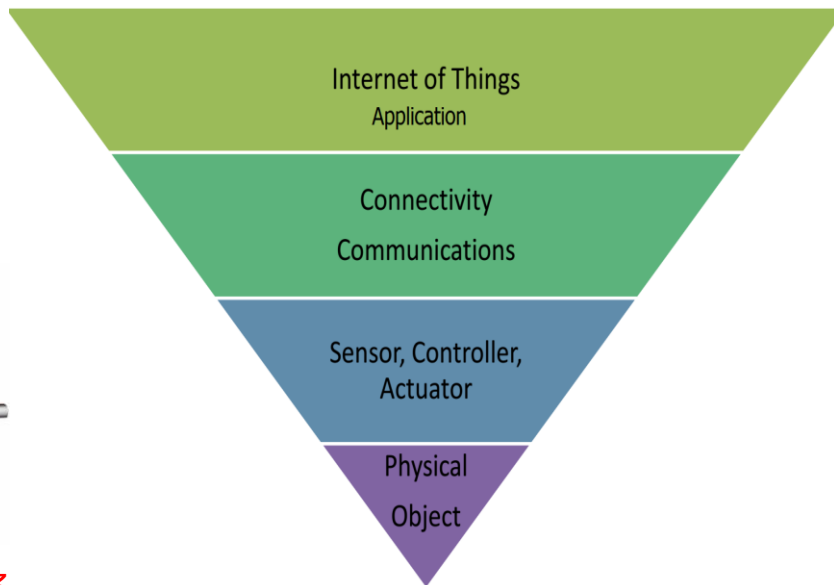


# 物联网与嵌入式系统 (2)

## 物联网体系的三层架构对嵌入式系统课程影响



智能锁：一个典型的物联网设备



# 面向物联网的嵌入式课程体系

## ▪ 基础课程：

- 数字电路、单片机、微机接口
- 通信原理、操作系统，编程语言，传感器技术、网络技术

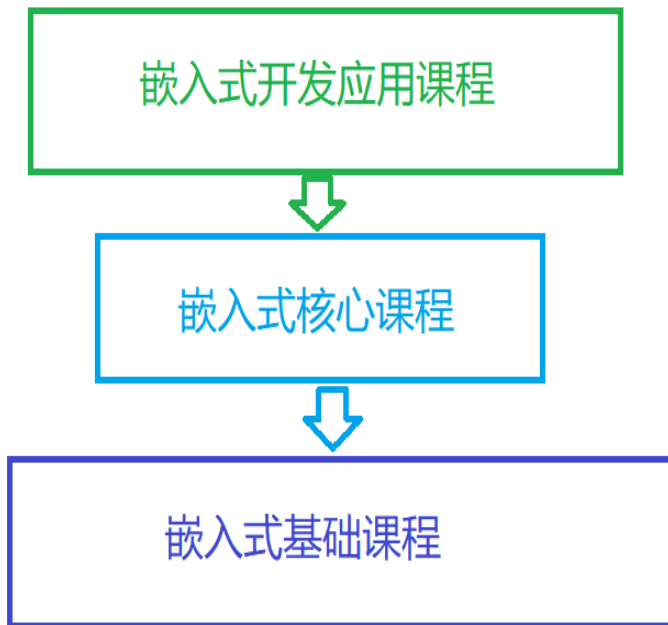
## ▪ 核心课程：

- 嵌入式操作系统、嵌入式系统结构

## ▪ 应用开发课程：

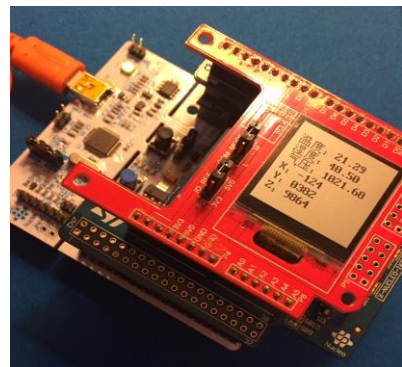
- 物联网网关、物联网系统设计、物联网中间件、可穿戴设计、VR/AR 开发、ML/MV/AI课程

- 通过应用开发和课程实践将物联网三层串联起来构成系统，并将最新技术融合进来，再与创客思想结合



# 可穿戴系统设计与实现课程实践

- 北航软件学院物联网专业研究生必修课（一级工程实践）
- 32授课学时+课外实验，2个学分
- 主要内容
  - 可穿戴系统简介、嵌入式和可穿戴系统结构和平台、MCU架构和接口、RTOS和GUI、蓝牙通信和可穿戴传感器技术、可穿戴关键技术-低功耗设计和融合算法
- 实验环境
  - 硬件STM32F401、传感器和蓝牙扩展板和Arduino LCD 扩展板，软件STM32 Cube和Cube MX、FreeRTOS、OSXMotionFX 和BlueNRG 低功耗蓝牙库
- 工程实践大作业
  - 分组2个月完成一个小项目，最后是答辩
- 成绩：40% 日常听课和作业，60%项目



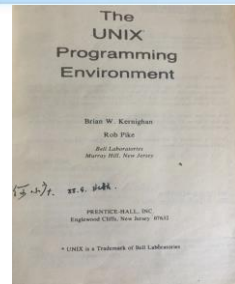
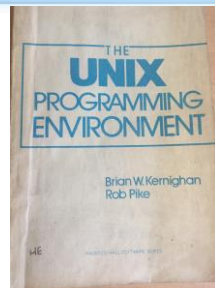
# 工程实践大作业的情况

- 最后8个组提交设计 (2组放弃)
- 成绩比例是3/2/2/1  
(优秀 / 良好 / 一般 / 不好)
- 其中比较突出几个设计:
  - 自拍遥控器 (“随时随地自恋”)
    - 基于STM32Nucleos扩展
  - “基于IMU穿戴设备手势识别”
    - 基于STM32 + 蓝牙和IMU单元
  - 心率摇一摇
    - 扩展心率测试的可穿戴设备



# 嵌入式操作系统课程回顾

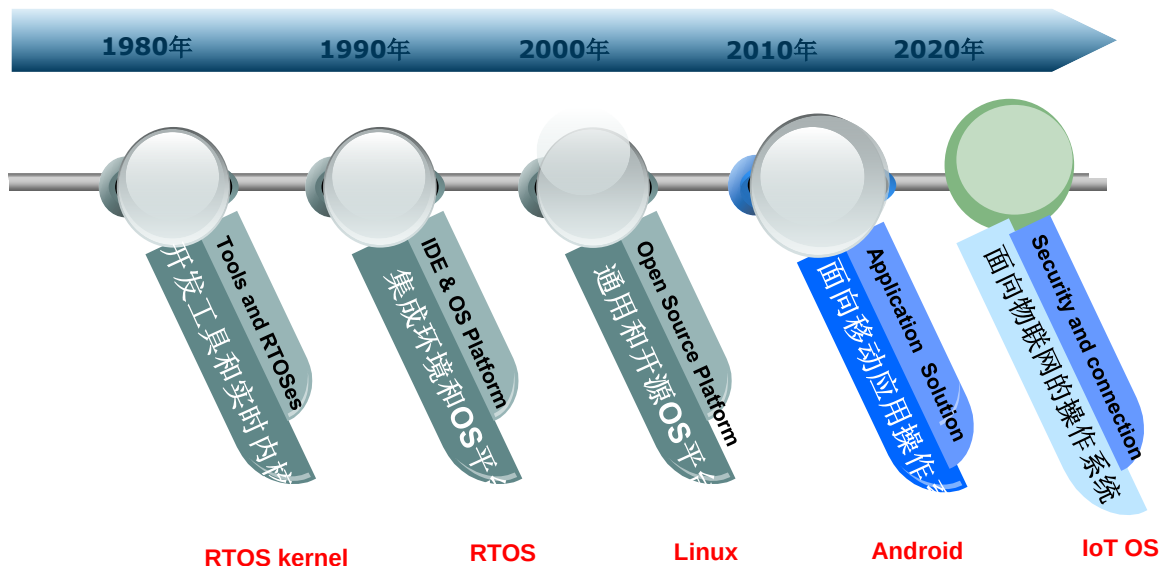
- 操作系统课程由来已久
  - 目前高校是Linux 为主线
- 嵌入式操作系统课程
  - 以ARM Linux +QT为主线
- Android 开发应用
  - 智能手机应用开发
- 嵌入式技术课程
  - 一部分以RTOS(比如 uC-OS, MQX,VXWORK)
- 单片机原理
  - 有一点点RTOS内容 (比如移植)
  - 比如 uC-OS, MQX和FreeRTOS



**面向物联网、嵌入式OS 课程如何变革？**

# 嵌入式操作系统演进之路

## Embedded Operating System Roadmap



"Operating systems happen in cycles, and they cycle about every 12 years," Rubin explained. "MS DOS was one of the first operating systems for personal computers in the late '70s. Then Macintosh and Windows in the early '80s. Then in the '90s there was the internet. After that there was mobile. - Andy Robin July 2017"

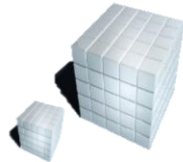


# 物联网设备的软件需要

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**

# 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

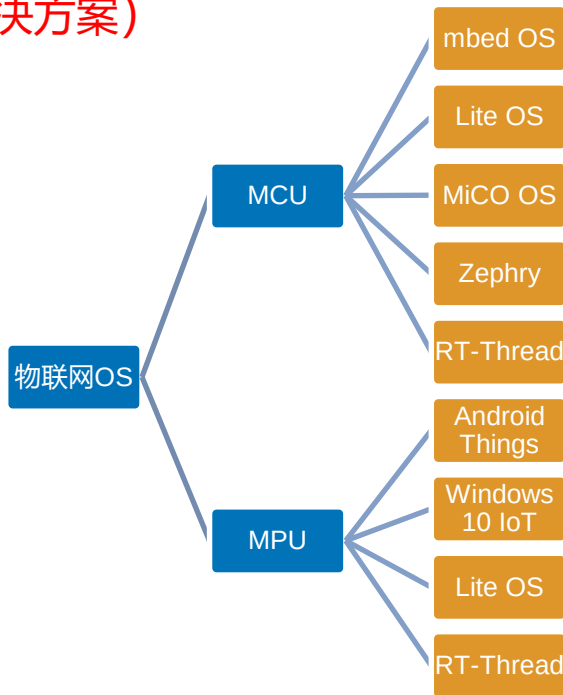


2014年世界媒体对IoT OS 报道

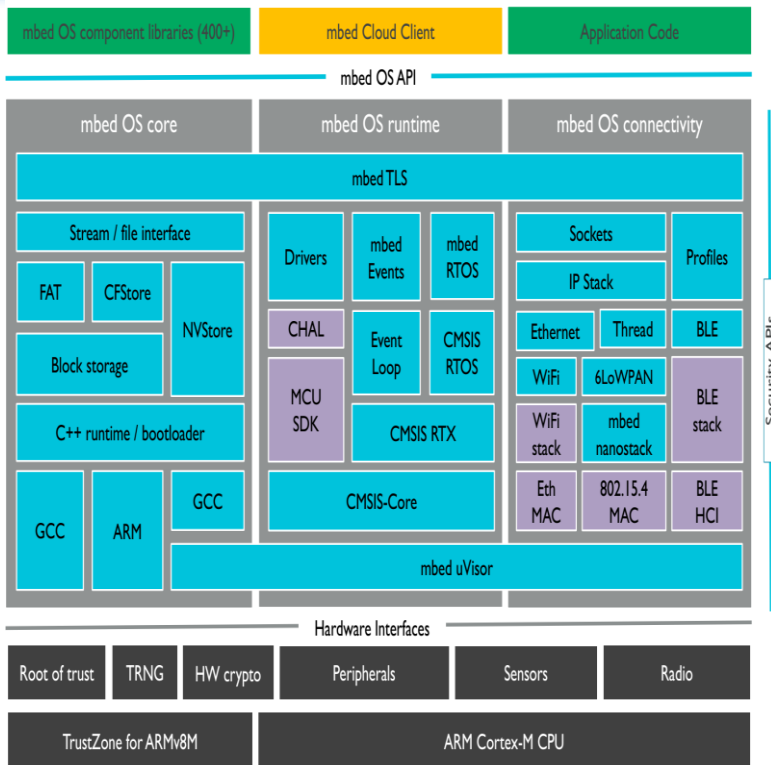
# 物联网操作系统总览

## 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 uVisor、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...)
  - 支持边缘计算

# Huawei LiteOS

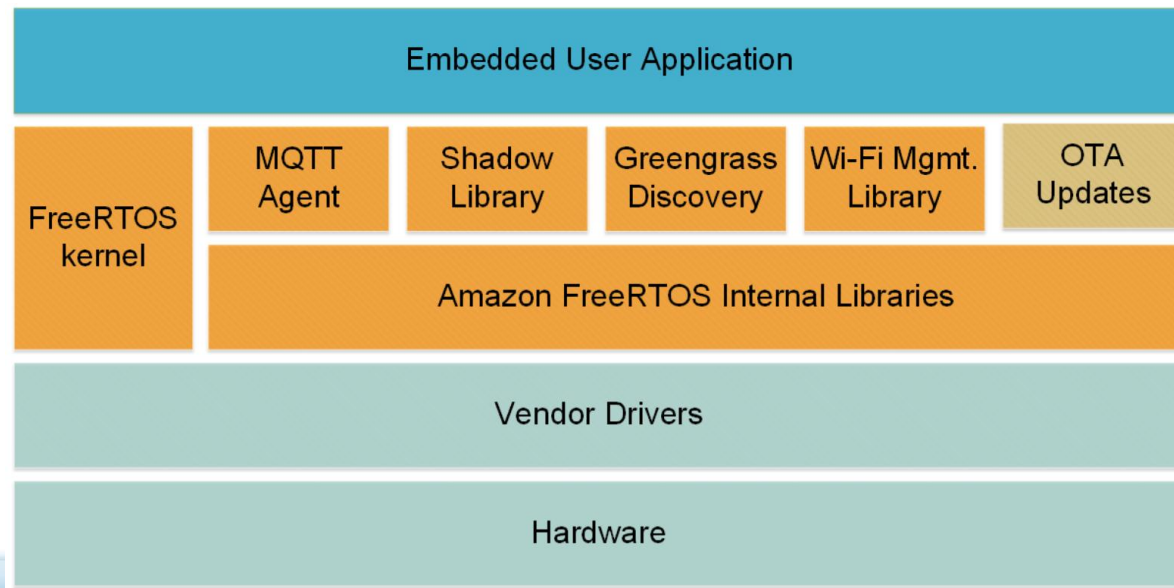
Huawei LiteOS 的内核分为两个层次，第一层是基础内核，第二层是扩展内核，基础内核的源码是开源的, [https://github.com/LITEOS/LiteOS\\_Kernel](https://github.com/LITEOS/LiteOS_Kernel)



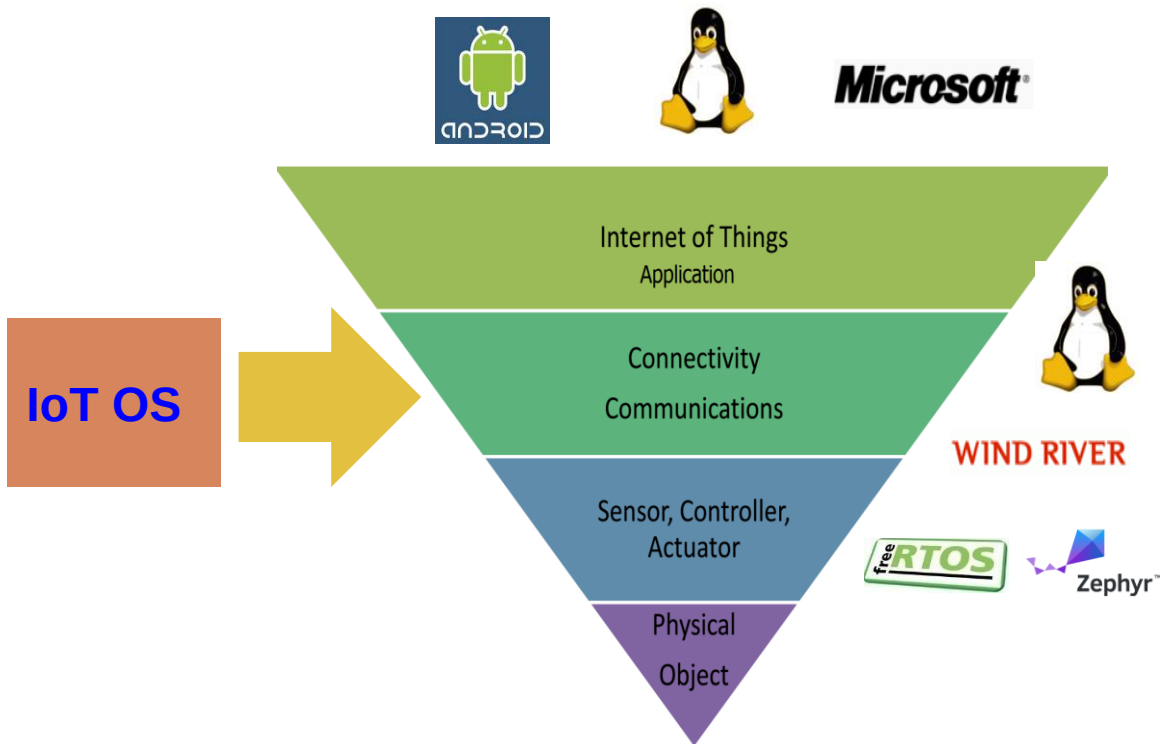
定位是物联网操作系统，终端设备智能化使能平台

# 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



# 一个IoT OS 支撑 物联网三层架构呢？



物联网系统OS使用的碎片化现状和未来的思考

# 长期关注嵌入式OS、物联网和物联网OS

- 江文瑞 何小庆“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 本书回顾了嵌入式操作系统演进历史，主流的嵌入式操作系统技术特点、成长历程以及背后的商业故事，展望了嵌入式操作系统未来的技术路径、市场发展趋势和物联网时代的新机遇





# RTOS和IoT OS培训课程实践

- 与麦克泰和ST合作的RTOS培训课程
  - 基于FreeRTOS 和 uC/OS入门课程
  - 基于FreeRTOS 高阶课程
    - 讲授基于RTOS实时软件设计方法和 Amazon FreeRTOS IoT OS 概述
  - 参加ST的暑期师资培训 (TTT)
    - 可穿戴系统设计与实现课程 (8月)



欢迎与各位老师**在RTOS和IoT 课程建设上交流合作**

扫码关注麦克泰微信公众号

扫码学习麦克泰网络课程

# 结论

- 过去2-3年半导体行业的并购，让 面向物联网的嵌入式技术快速发展
- IoT 云平台在大企业主导下日趋成熟
- 2018-2020 IoT OS 和物联网无线网络技术和基础设施将成熟
- AI 推动IoT 向边缘计算发展，嵌入式AI 芯片在快速发展
- IoT 安全的平台技术正在不断演进，芯片和云安全技术走的很快，但实际应用效果还需市场和用户的认可
- 嵌入式系统教育任重而道远



While high-tech clients are pushing IoT OS, open-source software will continue to be active, e.g. FreeRTOS (users include smart-wash-prayer-hands and many other IoT devices) and TinyOS. As the requirement for business model for IoT systems are not yet clear, and IoT OS technology will be a long way to go, many engineers opt to use OSs to customize IoT OS solutions.

environment, so most running on hardware are proving not industry-focused, low-power, open-source, low latency and high availability aspects of OS will be major factors to IoT.

2017 is likely to be a year of breakthroughs. OS and network security technology in IoT will mature, precision technology, under influence of AI and AR, will explode. IoT will enjoy a major growth period along the next generation of industries.



Figure 2. IoT Platform

**IoT Security need safety – a long way to go**  
On Oct. 2nd 2016, CNN website provided this content seems a 2016 article. During unexpected development of IoT-related for Amazon and Twitter. Amazon indicates that 100 thousands of IoT devices infected with their malware. Right in the article, highlighting the danger of IoT security. Cheltenham's live hack on Raspberry and off-hack on PC (2016-2017), massive video surveillance risk in Hongkong (2017) – there are many incidents that raise public awareness of IoT security issue.

**The Author**  
After he is the founder of IBM, an embedded software engineer in China since 1990, with more than 20 years of embedded control development and engineering experience in the field of oil field production & the field of embedded control system. He has the Digital Signal Processing and Embedded Control System, and has published more than 10 papers and articles on the development of 8086 microprocessors and the domestic conference. After also authored the book Embedded Security for control system of development and the future of the internet of Things?



请参考“全球嵌入式技术和物联网发展趋势 Elektor Business Magazine 5/2017  
(Global Development Trends of Embedded and Internet of Things Technology)

# 嵌入式系统联谊会介绍

- 由国内知名学者和产业人士共同发起，于2008年底在北京正式成立。嵌入式系统联谊会为中国嵌入式系统不同学科领域的专家学者、工程技术人员、市场人士和科技媒体人士提供学术和产业信息交流的环境，是增进个人友谊的科技沙龙机构
- 主题讨论会自2009年开始，已经召开22次会议，会议反响热烈，参加总人数已经累超过千人次，见诸媒体的报道百余篇。联谊会作为嵌入式系统学术界、产业界、科技媒体的交流和联系平台的作用和定位得到广泛认可
- 联谊会是公益性组织，不向发言人收费，不向参会者收费，活动费用来自协办和支持机构的赞助！
- 联谊会有7家合作媒体，3家支持的会展机构
- 联谊会微信群和工作组工作组
- 联谊会官方网站 [www.esbf.org](http://www.esbf.org)



# Thank you !

感谢ST的支持和帮助

xiaqinghe@live.com

[www.hexiaoqing.net](http://www.hexiaoqing.net)

@何小庆微博

28

