

System of Systems (SoS) 与 嵌入式系统发展

沈建华

jhshen@cs.ecnu.edu.cn

华东师范大学计算机系

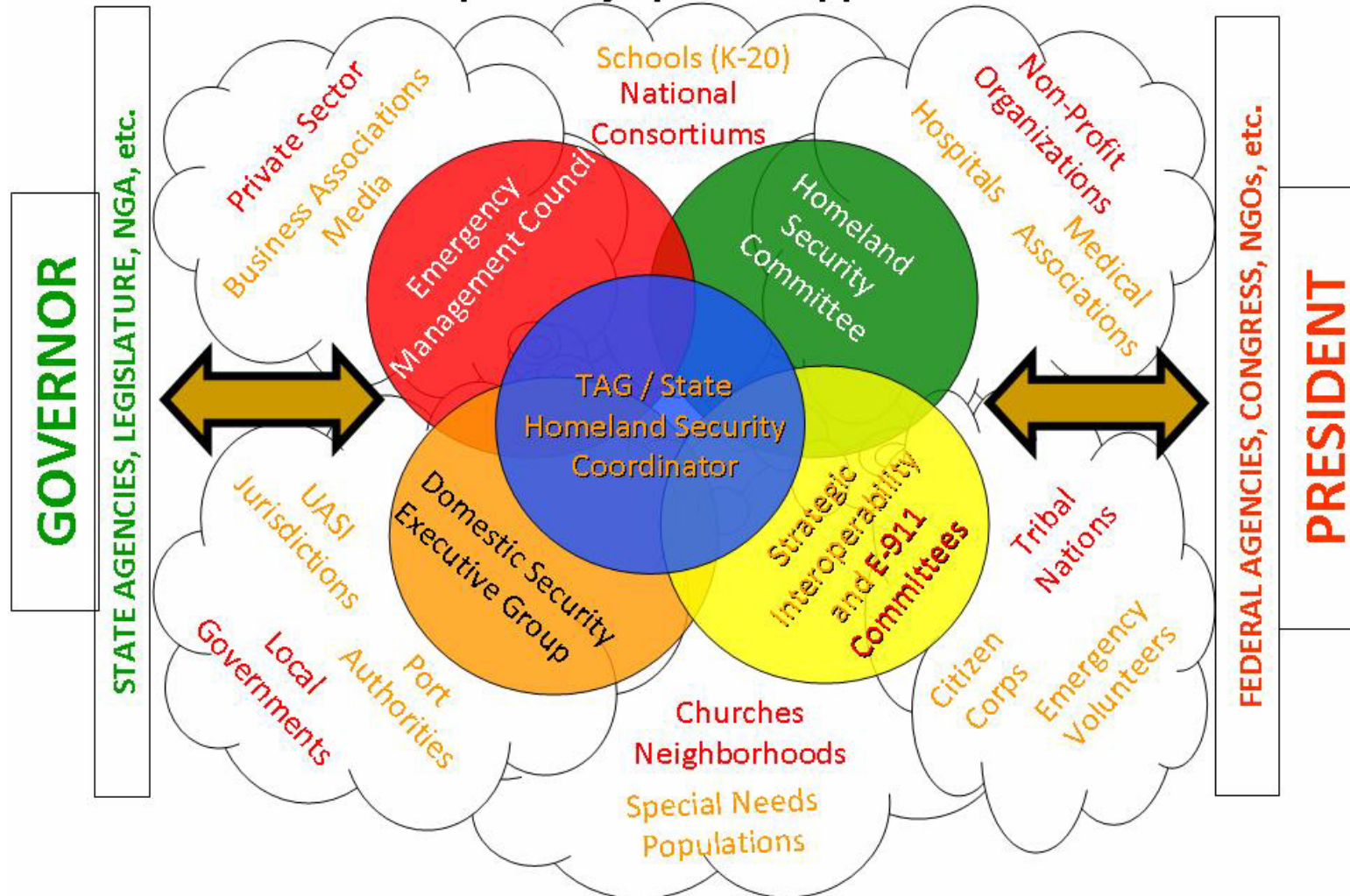
2010-03-27于北航

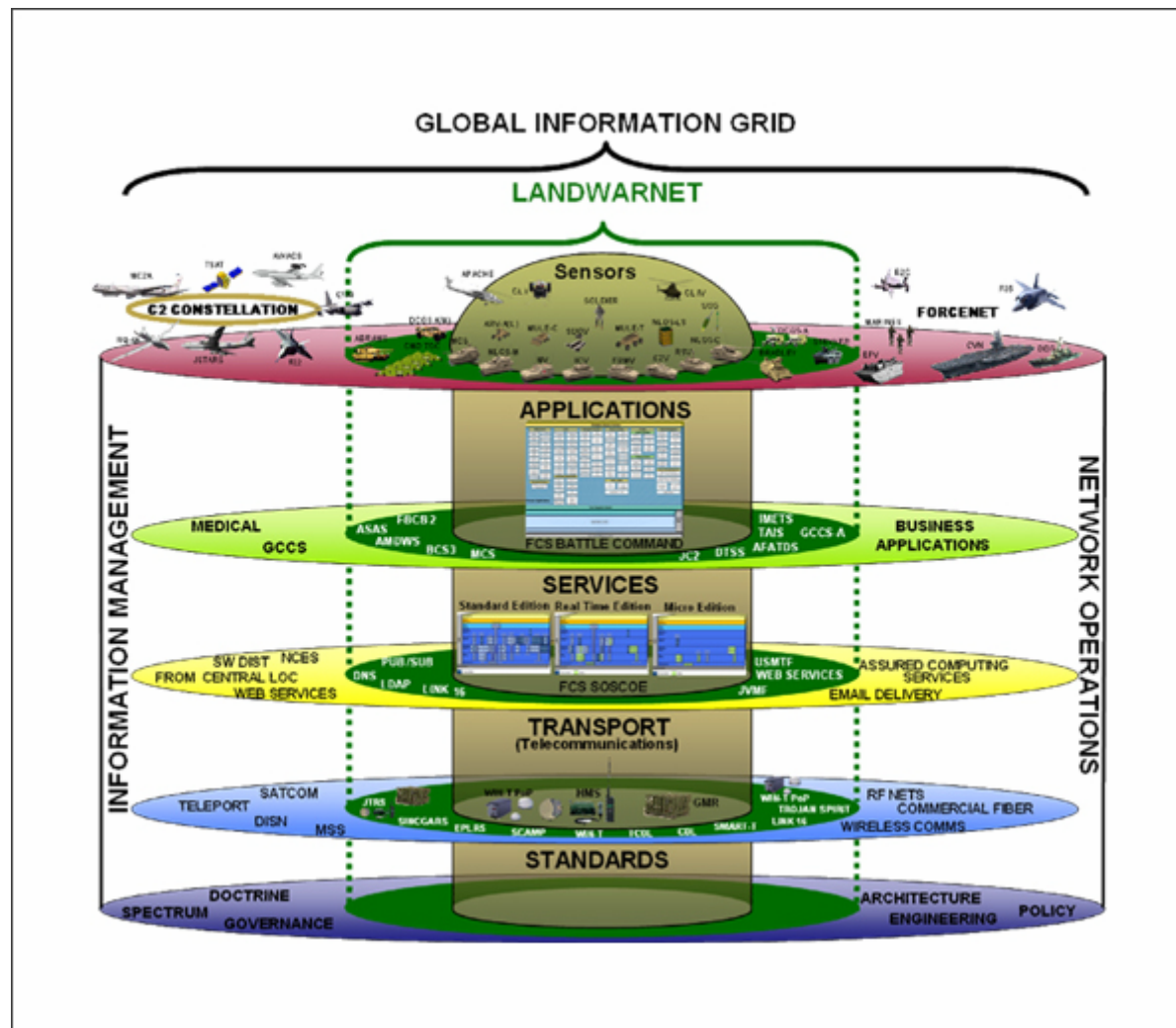
嵌入式系统联谊会
www.esbf.org.cn

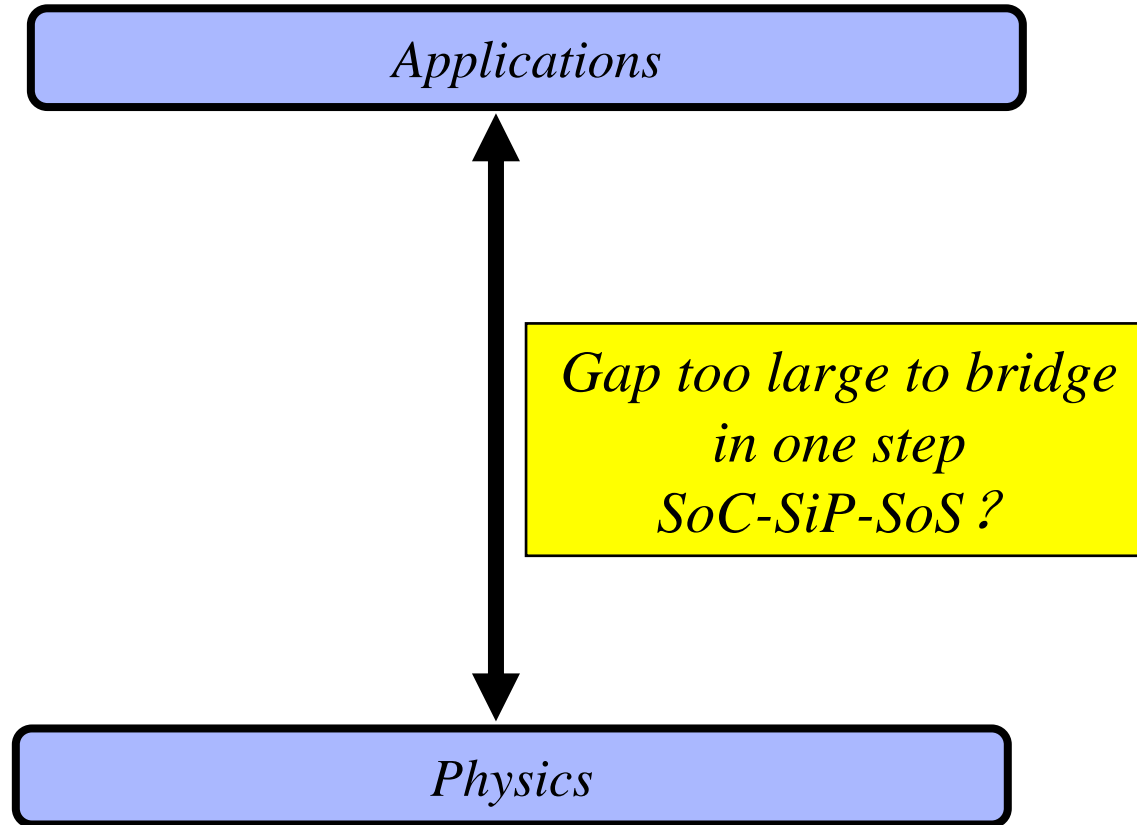
无为科技—— www.emlab.net

- *System of Systems (SoS)* 是一个面向任务的系统集合体，或是一个专用系统，它共享其中每个子系统的资源和性能，以获得一个新的、更复杂、更高效的“后系统 (meta-system)”，其功能和性能将超过其中那些单一系统的总和
- 目前，SoS还是一个理论研究概念，其思想、过程、定量分析、工具和设计方法还不完善。定义、抽象、建模和分析SoS问题的方法学归诸于 *SoSE (System of Systems Engineering)*

Homeland Defense – Homeland Security - A System of Systems Approach -







现代计算机系统的抽象层

Applications

Algorithm

Programming Language

Operating System/Virtual Machines

Instruction Set Architecture (ISA)

Microarchitecture

Gates/Register-Transfer Level (RTL)

Circuits

Devices

Physics

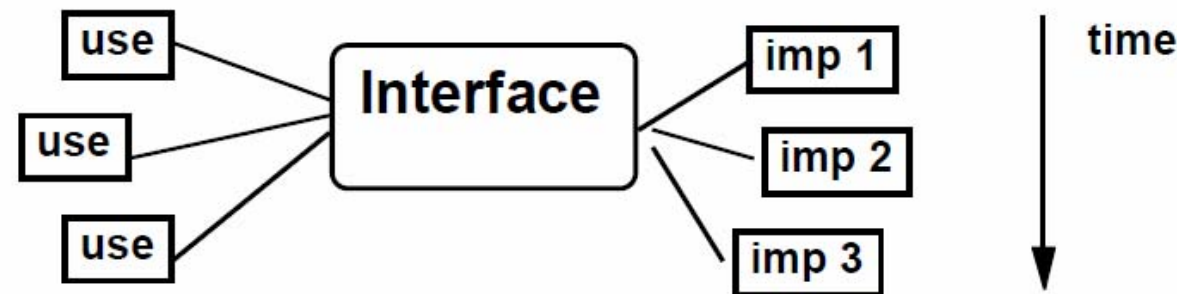
应用的趋势是一个复杂系统，是一个系统的系统(SoS)，是多个（许多）系统的集成；

*关键：系统边界、提取/抽象层；确定
interface*

Interface Design

A good interface:

- Lasts through many implementations (portability, compatability)
- Is used in many differeny ways (generality)
- Provides **convenient** functionality to higher levels
- Permits an **efficient** implementation at lower levels



嵌入式系统产业界

- ▶ 系统集成商...n级系统/工具制造商，直至芯片（可能还是一个SoS）。云计算、物联网.....会给嵌入式系统带来很多机会，但一定要有系统、SoS的概念。*产品可互联、系统可堆叠。*
- ▶ *成功的关键：把一个系统做好、做精。这个系统尽可能采用开放架构、Interface符合开放标准。*

接口与应用协议

- 工业控制：如ProfiNET 主要用于西门子和罗克韦尔的工业自动化产品
- 智能楼宇：如BACNET楼宇自动化
- 物理接入：CAN、Ethernet、WiFi、3G...
- 各种OS、网络协议.....

兼容性问题

- ◆ 由于软件越来越复杂，开发成本激增，软件兼容性问题凸显
- ◆ 采用同一系列Processor Core: X86、ARM、MIPS、AVR...
- ◆ 采用同一开发工具/平台: Linux、Keil、IAR...
- ◆ 开放架构 *Andriod*

系统中间件

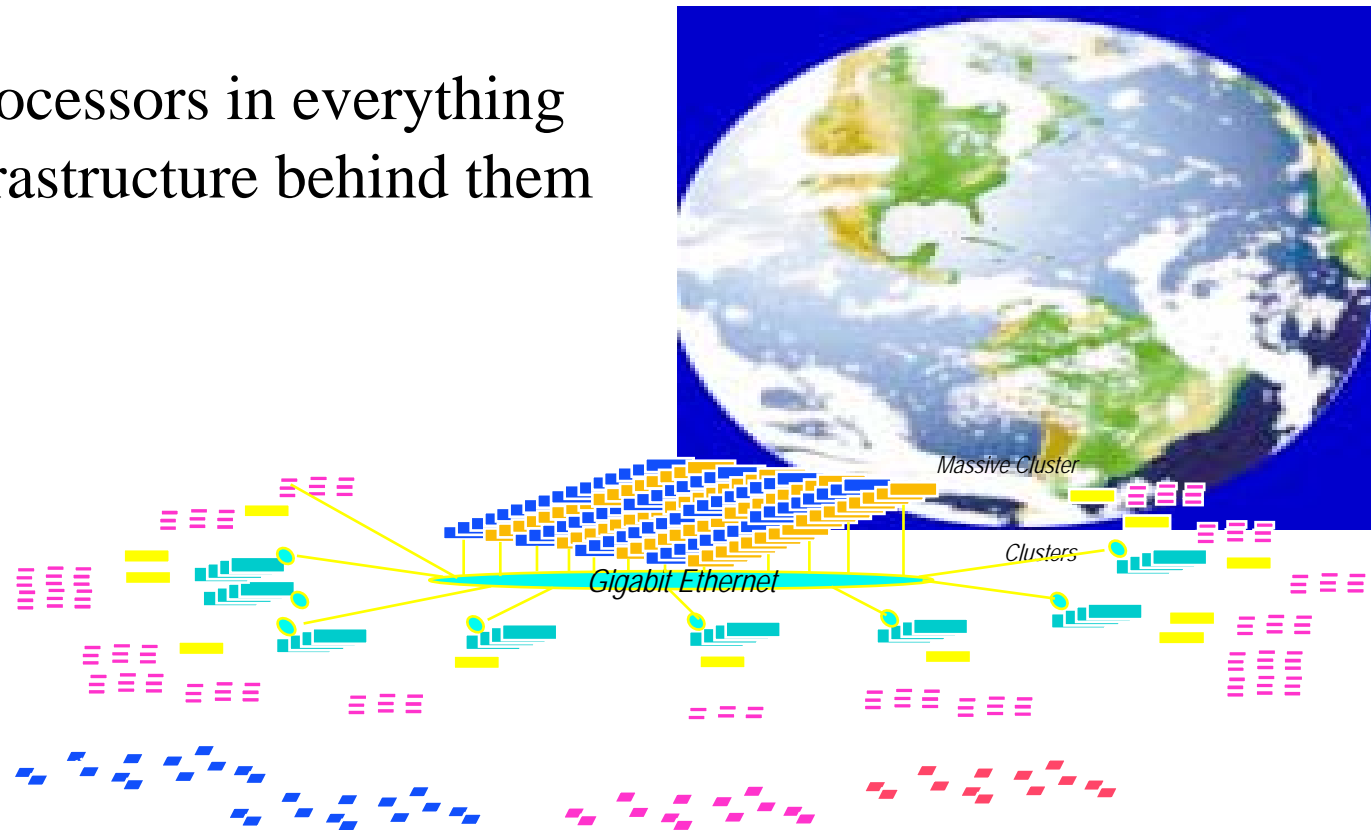
- ▶ 内嵌软件的智能模块——遵循/符合开放的国际标准、协议，有一定通用性、可互联/堆叠的智能模块/子系统
- ▶ 系统中间件... ?

行业应用的影响

- 在SoS的概念下，具体的行业应用可以看作是一个前端模块/子系统
- 对于这个前端子系统，行业专业知识比嵌入系统知识更重要
- 行业专业知识也应有层次、Interface的概念
- 新的规模行业应用会对技术提出新的要求，如功耗、带宽、协议等

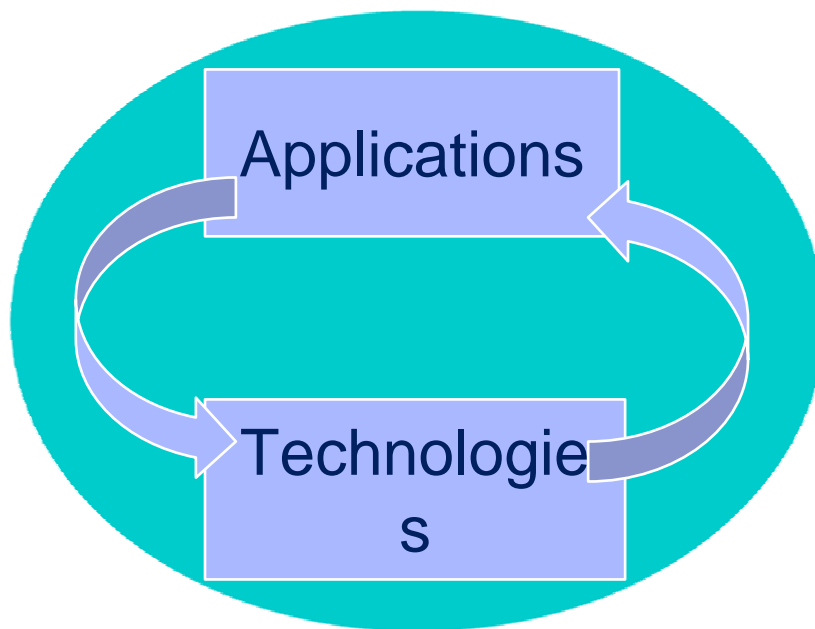
The world is a large system

- Microprocessors in everything
- Vast infrastructure behind them



应用与技术的连续相互推动

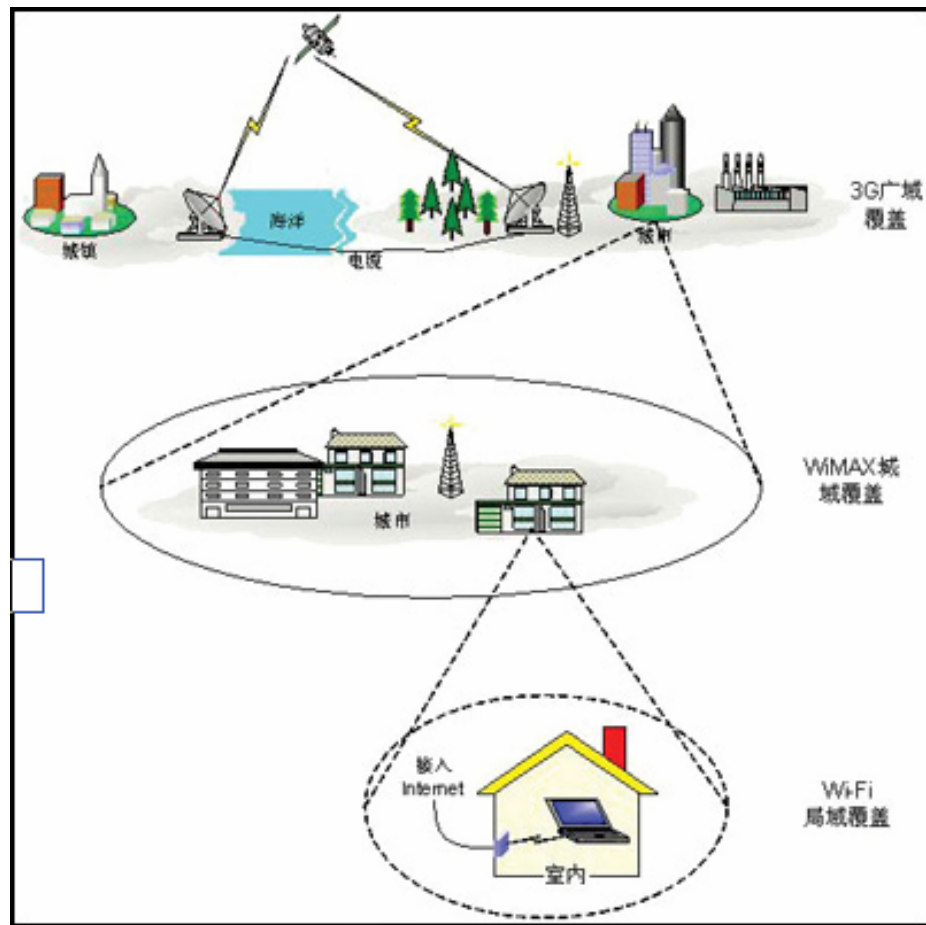
Applications suggest how to improve technology, provide revenue to fund development



Improved technologies make new applications possible, e.g. Bandwidth, Low power

技术

- Old Conventional Wisdom: Power is free, Transistors expensive
- New Conventional Wisdom: “Power wall” Power expensive, Xtors free (Can put more on chip than can afford to turn on)
- “ILP wall”、 “Memory wall”...
- 处理器: Multi Core、 ManyCore Chips (64/128?)
- 应用角度看: 无线、 低功耗、 *Andriod*



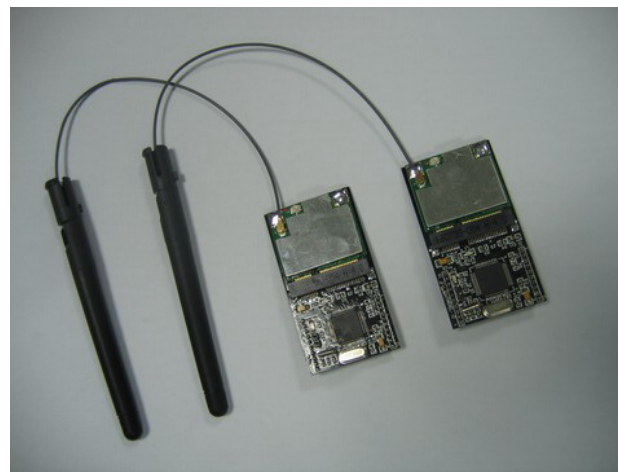
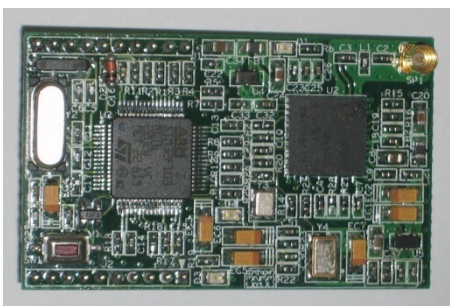
WiFi 与 WiMAX、3G的无线覆盖

无为科技—— www.emlab.net

应用机遇...

- 物联网概念给嵌入式系统的机遇之一：各种嵌入式设备，如何无线、无缝接入现有网络？
- IEEE 802.11 WiFi 局域覆盖最成熟（基础架构、带宽）；
- IEEE 802.15.4 短距离、低速率 WSN（Zigbee / RF4CE / EmberZnet 等）正在发展、完善；
- IEEE 802.16 WiMAX 城域覆盖被冷落？
- 3G 广域覆盖服务内容？

EMW-380 系列嵌入式WiFi 模块(802.11 b/g) 尺寸: 18x34mm~30x45 mm



- ◆ 接口: 串口UART/SPI
- ◆ 软件高度封装: 11个命令(EMSP)

EMB-380 Embedded WiFi Module

- 802.11b/g; UART/SPI comm. port
- WiFi Driver + TCP/IP + UDP + DHCP
- Simple HTTP Server for Wireless config
- Optimized code/data within 256KB/64KB on chip Flash/RAM
- <10uA@3.3V in Standby mode
- More technical Spec...

嵌入式系统教学

- 技术为应用服务，大学培养人才也是为应用
- 应用需要各个层次的多种人才
- 明确定位：本校、本专业的地位、特点；培养哪一类人才？切忌人云我云、盲目从众
- 不同层次的学校、专业，嵌入式系统教学的内容、方法要有差异性（分类）

嵌入式系统教学

- 自上而下的教学、学习。应用、研究都是从粗粒度—>细粒度
- 在了解基本嵌入式系统的基础上，要更多地学习各种模块（子系统）的“边界（Interface）”
- 本科生能协作**搭建**一个简单系统——How to do；研究生能协作**做好**一个子系统——How to do well / better
- *视野要广而远，做事要专而精。*

总结

- 虽然嵌入式系统差异性很大，但无论是硬件还是软件，嵌入式系统的发展正在重复PC的发展历程，标准化、系统化、规模化发展趋势不可阻挡（IP核、库、协议栈、OS、中间件、**开放架构**）——淡化嵌入式系统概念？
- 要做好、做精一个子系统，应用是一个SoS
- 教学要差异化、有系统（System）思想
- *重新发明轮子没有意义，有意义的是怎样把轮子做的更好；更不要发明方的轮子*

个人观点，欢迎交流。

谢谢！