



福州大学
FUZHOU UNIVERSITY

嵌入式教学实践与思考

王 武 蔡逢煌

福州大学电气工程与自动化学院

2013.11.8



主要内容

- 一、嵌入式教学的困惑
- 二、嵌入式教学的实践
- 三、嵌入式教学的思考



一、嵌入式教学的困惑

1. 教学对象

- (1) 电气工程与自动化、自动化两个专业
- (2) 大三，上学期《微机原理与应用》x86
下学期MCS-51、PIC、Freescale、DSP等

2. 教学方式

- (1) 传统教学方式：课堂教学+实验
- (2) 教授内容：MCU各模块，一直重复

3. 教学效果：不理想，无法达到目标



二、嵌入式教学的实践

1. 课程改革

(1) 专业基础课《微机原理与应用》 \Rightarrow 《嵌入式系统原理》

✓ 内容: x86 \Rightarrow TMS320F28027

✓ 开课时间: 大二下

(2) 选修课的改革

✓ 《嵌入式操作系统》，讲授uCOSII，希望以后讲SYS/BIOS

✓ 《运动控制》，以F28027为工具开展实验

✓ 《计算机控制》，以F28027为工具开展实验



2. 以竞赛推动学生的嵌入式学习

竞赛有：

- (1) 校内智能车竞赛
- (2) 校内机器人竞赛
- (3) 大学生电子设计竞赛





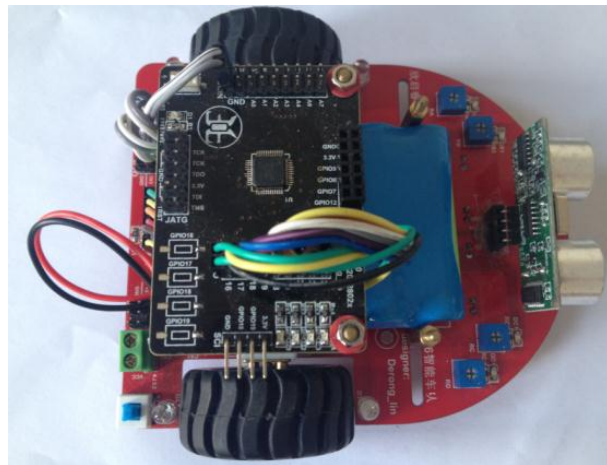
二、嵌入式教学的实践（续）

3. 学生培训学生，教师起组织和指导作用

- ✓ 建立206智能车车队（学生协会）
- ✓ 负责人主要是大四和优秀的大三学生

目标：

- ✓ 大一：参加培训，为培训的主体；
- ✓ 大二：投入各类竞赛，选拔优秀人才做为培训师；
- ✓ 大三：负责培训的实施和参与各级创新性项目；
- ✓ 大四：结合企业需求进行毕业设计，同时消化新芯片；
- ✓ 研究生：制作培训案例。





二、嵌入式教学的实践（续）

4. 学生自行开发学习工具，开设淘宝店，销售利润学生（开发者）、协会和淘宝店按照比例分成。

淘宝店：启明星嵌入式工作室

迎双11，提前放价！



电源模块+Piccolo 28027+XDS100
用1样的钱买3样东西！

01 02 03 04 05



二、嵌入式教学的实践（续）

5. 成立微信公众号：嵌入式技术联盟（北306）

目前进行的活动：

TMS320F28027学习连载。

已经连载了42回。以**5分钟**的学习时间来组织知识点，让学生在日积月累中掌握嵌入式系统知识。

工具：LaunchPad28027

当前关注数：**629**人



MCU_NORTH_306



二、嵌入式教学的实践（续）

《嵌入式技术联盟（北 306）》

关于我们

嵌入式学习的文章和报告，线上互动交流分享，线下汇聚专业精英，共同提升嵌入式开发水平。

分享给朋友

点击右上角在弹出菜单中选择发送给朋友或者分享给朋友圈

订阅《嵌入式技术联盟（北 306）》

扫描微信二维码，点击关注

圈子决定机遇。

您好！欢迎您加入《嵌入式技术联盟（北 306）》

TMS320F28027学习连载（20）

2013-09-13 王武 嵌入式技术联盟(北...

《嵌入式技术联盟（北 306）》

关于我们

嵌入式学习的文章和报告，线上互动交流分享，线下汇聚专业精英，共同提升嵌入式开发水平。

分享给朋友

点击右上角在弹出菜单中选择发送给朋友或者分享给朋友圈

订阅《嵌入式技术联盟（北 306）》

扫描微信二维码，点击关注



微信号：MCU_NORTH_306

圈子决定机遇。

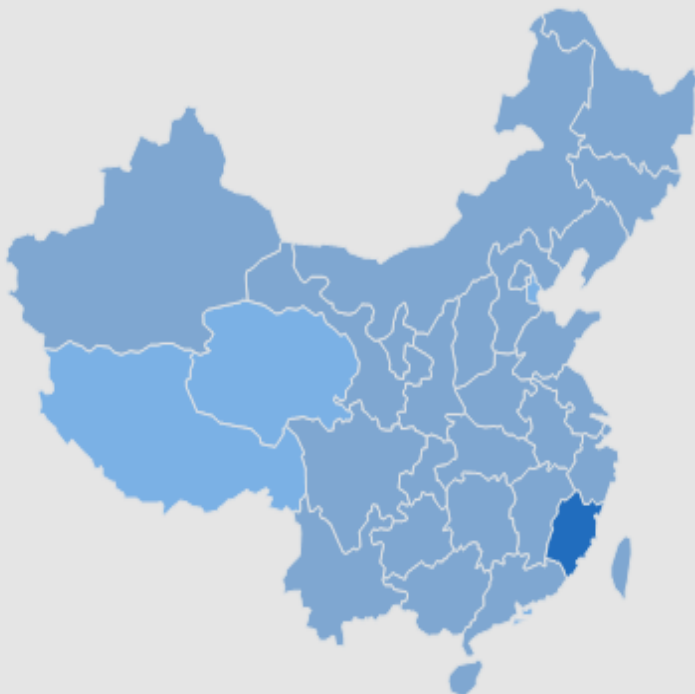
您好！欢迎您加入《嵌入式技术联盟（北 306）》

GPIO模块的读端口操作函数功能比较单一，而写端口操作函数就丰富多了，严格要求自己，待人却无比宽容，服务意识强烈。与输入操作函数类似，也分团伙和单兵，输出操作函数的特色就在单兵上面，花样很多，适应不同环境不同人的需求，可算特种兵，全气候作战没问题。对一个只有2种状态的GPIO引脚，这里提供三种技能，即设置高电平、设置低电平还有电平翻转。对于电平翻转，特别有用，



二、嵌入式教学的实践（续）

省份分布



省份	用户数	
福建省	346	<div style="width: 100%;"></div>
未知	81	<div style="width: 23%;"></div>
浙江省	23	<div style="width: 7%;"></div>
北京	14	<div style="width: 4%;"></div>
广东省	27	<div style="width: 8%;"></div>
上海	7	<div style="width: 2%;"></div>
山东省	13	<div style="width: 4%;"></div>
江西省	6	<div style="width: 2%;"></div>
湖北省	9	<div style="width: 3%;"></div>
江苏省	15	<div style="width: 4%;"></div>

346

0



6. 基于项目驱动的教学方式

目标：以具体的工程项目案例为载体，比如电力电子的数字化控制，开发一个实验平台。该平台融合了电气工程类的诸多课程：单片机原理与应用、DSP原理与应用、模拟电子、数字电子、自动控制理论、电力电子技术、C语言、计算机仿真工具等等。学生通过一个项目案例的学习和实践，即可掌握相关课程的具体应用和工程开发经验。



二、嵌入式教学的实践（续）

（1）选择合适的项目，作为课程教学的主线，项目驱动教学采用一个或几个项目设计贯穿整个课程教学，以此培养学生分析问题、解决问题的能力，以及**工程素养**和**团队合作**的精神。



二、嵌入式教学的实践（续）

- (2) 结合各专业特点，按项目模块设置教学内容。
- ✓ 构建一个电力电子的数字化控制平台。该平台融合了多门学科。
 - ✓ 控制对象为：电力电子系统；
 - ✓ 控制器为C2000嵌入式处理器；
 - ✓ 编程语言为C语言，采用结构化编程方法；
 - ✓ 采样电路利用到模拟电子和数字电子的基础知识；
 - ✓ 控制算法利用到自动控制理论；
 - ✓ 算法仿真应用到MATLAB仿真工具；
 - ✓ 通过该平台项目的学习，学生即可形象地掌握相关的理论知识，形成系统的知识体系。

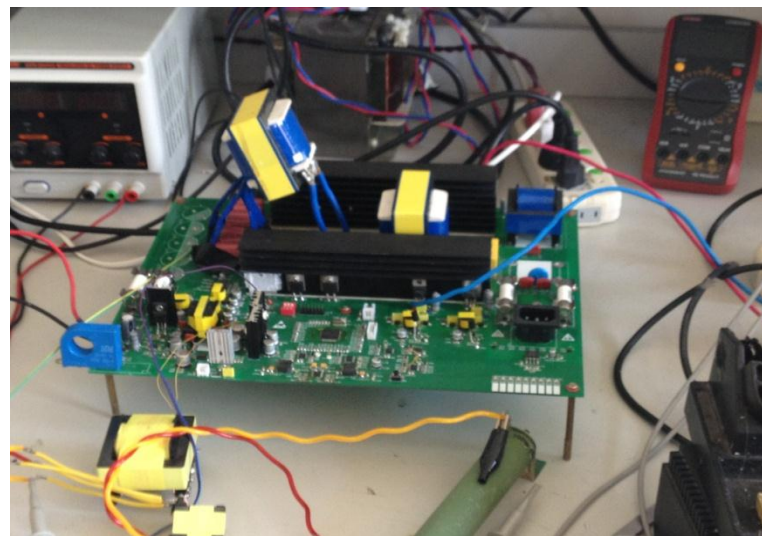


二、嵌入式教学的实践（续）

(3) 总结展示教学成果，提升学生创新能力的培养要求完成一个产品，从系统需求分析到组件设计到最终产品的开发过程。在这样的过程中，学生亲自动手验证了所学的理论知识，激发了求知欲及创新的潜能，掌握了针对实际问题的分析和设计方法。



风光发电装置



学生自制的光伏逆变器



7. 教改项目

（1）蔡逢煌等，多学科融合的项目驱动型嵌入式系统实践

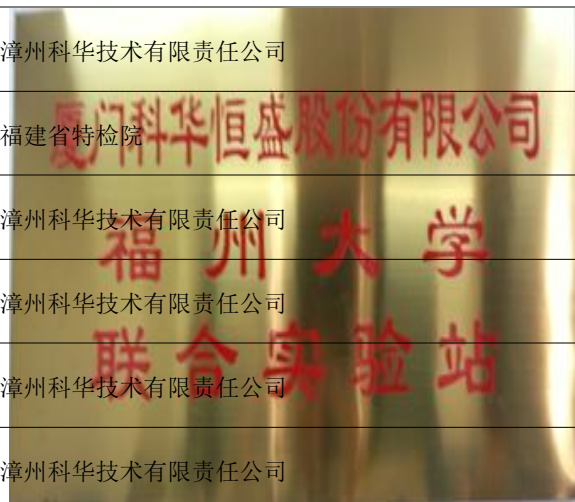
（2）王武等，电气工程专业嵌入式系统课程体系的构建与实践



二、嵌入式教学的实践（续）

8. 产学研合作（基于TIC2000系列）

合同名称	时间	委托单位
1KVA高效率高频UPS研制	2013	漳州科华技术有限公司
电梯能量回馈装置性能分析及检验方法研究	2012	福建省特检院 厦门科华恒盛股份有限公司
三相UPS数字化算法及软件	2011	漳州科华技术有限公司
数字化控制系统模块研发	2011	漳州科华技术有限公司
3.5KW风力发电并网逆变器研制	2010	漳州科华技术有限公司
6KVA太阳能并网逆变器研制	2009	漳州科华技术有限公司
新型智能UPS控制技术的研究	2007	漳州科华技术有限公司
在线式UPS全数字化控制技术研制	2006	漳州科华技术有限公司





三、嵌入式教学的思考

➤ 嵌入式C语言教学

✓ 符合**行业标准认证**的嵌入式C语言

比如：**汽车工业软件可靠性联合会MISRA，2013年3月新发布了MISRA C:2012。**

✓ 基于**软件工程**的概念管理程序

✓ 基于**硬件**的嵌入式C语言教学，将F28027作为计算机平台，解决大一完成嵌入式基础知识的教学



三、嵌入式教学的思考（续）

➤ 嵌入式MCU的地位

- ✓ 地位变迁：核心-> **工具**
- ✓ MCU的使用 = **模块配置**（搭建舞台） + **模块操作**（演员表演）
- ✓ **学习核心**：前端信号调理电路，后端算法设计
- ✓ 信号调理电路设计主要课程：《模拟电路》、《数字电路》等
- ✓ 算法设计：《计算机控制》《运动控制》等
- ✓ 目前流行利用**MATLAB**进行算法的设计和仿真，算法设计可以直接利用模型的开发方法来生成**C**代码。



➤ 基于对象的库函数设计

- ✓ 也称为固件、构件的模块库函数设计（与基于寄存器的操作方法比较）
- ✓ 基于**对象**的设计方法。具有位变量的结构体，采用联合体来管理寄存器，这在很多认证是不允许的，28027v2.0开始采用**Handle**指针的方式来操作寄存器，通过函数完成模块的配置和操作，函数命名直接体现与模块关系以及功能。
- ✓ 库函数：本科会用，研究生会写



三、嵌入式教学的思考（续）

➤比如GPIO模块 GPIO指针: GPIO_Handle;

➤GPIO指针初始化: GPIO_init

➤GPIO配置类函数有:

GPIO引脚复用功能配置函数, GPIO_setMode

GPIO引脚方向配置函数, GPIO_setDirection

➤GPIO操作类函数有:

读端口/引脚 GPIO_getPortData / GPIO_getData

写端口, GPIO_setPortData

设置引脚高/低电平, GPIO_setHigh/ GPIO_setLow

设置引脚电平翻转, GPIO_toggle

➤其他

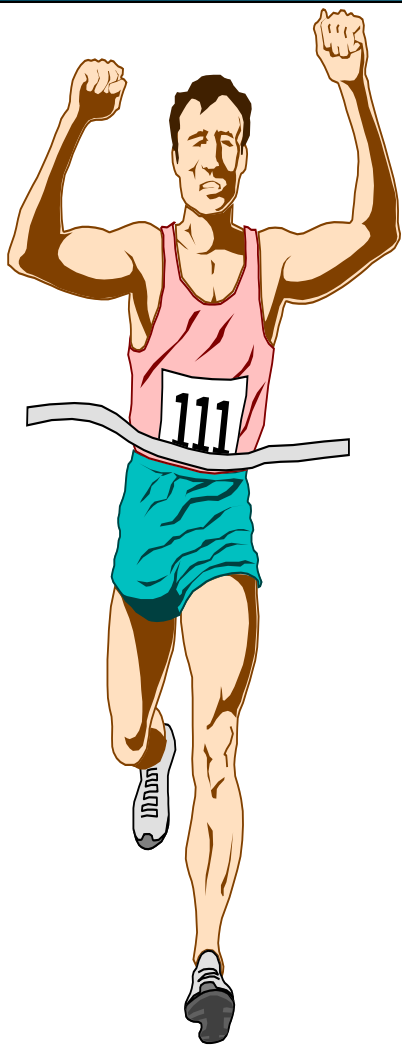


三、嵌入式教学的思考

- 嵌入式教学的安排：贯穿本科四年+研究生
- ✓ 大一：学会使用嵌入式这个工具；
- ✓ 大二：以竞赛小试工具；
- ✓ 大三：以各级创新性项目和专业课程加强工具的使用；
- ✓ 大四：熟练掌握工具的使用技巧，可以服务企业需求；
- ✓ 研究生：服务社会，能制造更好用的工具。



三、嵌入式教学的思考



产业需求是根本

技术创新是驱动

人才培养是核心

合作共赢是原则



福州大学
FUZHOU UNIVERSITY

谢谢聆听！

代表个人观点，欢迎批评指正

王 武：wangwu@fzu.edu.cn 13635266155

蔡逢煌：caifenghuang@fzu.edu.cn

13809515863