

嵌入式系统综合实验教学大纲

一、课程基本情况

课程编号	3204004S	开课学期	<input checked="" type="checkbox"/> 秋 <input type="checkbox"/> 春		学分	2.0
课程名称	(中文) 嵌入式系统综合实验					
	(英文) Integrated Experiment of Embedded System					
课程类别	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 限选 <input type="checkbox"/> 任选 <input type="checkbox"/> 1 年级 <input type="checkbox"/> 2 年级 <input checked="" type="checkbox"/> 3 年级 <input type="checkbox"/> 4 年级					
课程学时及其分配	课内总学时	课内学时分配			课外学时分配	
	2 周 (80 学时)	课堂讲课	0		课后复习	0
		自学交流	0		课外自学	20
		课堂讨论	0		讨论准备	0
		实验辅导	0		实验预习	0
		课内实验	80		课外实验	0
教学方式	<input type="checkbox"/> 课堂讲授为主 <input checked="" type="checkbox"/> 实验为主 <input type="checkbox"/> 自学为主 <input type="checkbox"/> 专题讨论为主					
考核方式	考勤 (10%) + 实验 (40%) + 项目设计报告 (50%)					
适用院系	电子与控制工程学院					
适用专业	自动化专业					
先修课程 预备知识	C 语言程序设计, 嵌入式系统及应用, 单片机实训与综合实验, 计算机程序设计综合实验, 电子技术综合实验,					
教材与参考文献	<p>参考文献:</p> <p>(1) 汪贵平, 李登峰, 龚贤武, 雷旭.新编单片机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社. 2011</p> <p>(2) 李全利等.单片机原理及接口技术 [M].北京: 高等教育出版社, 北京, 2011</p> <p>(3) 张毅刚.新编 MCS-51 单片机应用设计[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2009 年 7 月</p> <p>(4) 李广弟, 朱月秀, 王秀山.单片机基础[M].北京: 北京航空航天大学出版社,2010</p> <p>(5) 陈桂友.单片微型计算机原理及接口技术[M]. 北京: 高等教育出版社. 2012</p> <p>(6) 李登峰, 汪贵平编著. 嵌入式系统及应用[M] (工程应用型自动化专业系列教材).北京: 高等教育出版社.2013</p> <p>(7) 何宗键等编著. 嵌入式软件开发导论[M] (“十一五”国家规划教材),北京: 清华大学出版社,2009</p> <p>(8) 王宜怀等编著. 嵌入式技术基础与实践[M] (“十一五”国家规划教材), 北京: 清华大学出版社, 2007</p>					

二、本课程的性质和任务

本课程是自动化专业学生必修的一门实践性很强的课程。本课程的主要任务是使学生在掌握单片机应用系统和嵌入式系统基本原理、基础知识和基本设计方法的基础上,通过综合性设计性项目设计,逐步到达熟练应用单片机和嵌入式系统的解决测控系统问题的目的,进而掌握单片机和嵌入式系统应用的成套技术。

本课程采用项目设计和作品实际制作的方式进行教学,通过方案设计、作品制作、安装调试和系统测试等强化训练过程,使学生具备单片机和嵌入式系统应用设计能力。学生利用业余时间完成方案设计,然后在指导老师的指导下集中2周时间,完成作品的制作、安装调试和系统测试,全面强化学生在单片机和嵌入式应用系统设计开发方面的工程实践能力,培养学生系统分析问题和解决问题的能力。

本课程是为自动化专业学生开设的二级项目,开设时间定在三年级一学期。开设本课程主要考虑了如下几个方面:

(1) 采用趣味性设计项目,激发学生对单片机和嵌入式系统学习的兴趣和激情,集中时间强化学生的应用系统设计能力、作品制作能力、系统调试和测试能力。

(2) 设计项目选用有一定工程背景的设计性项目,强化学生对工程设计问题的理解,培养学生基本的工程实践能力和工程素质,提高学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

(3) 通过设计性项目教学,使学生加深单片机和嵌入式系统基本知识的理解,使学生在“学习、检测、实验、实际制作和调试过程中享受成功的快乐,体验“理论→实践→理论与实践相结合”的过程。

综上所述,本课程的教学目标是通过趣味性项目设计使学生具备单片机应用系统和嵌入式系统应用开发设计能力,培养学生基本的工程实践能力和工程素质,为以后单片机应用系统和嵌入式系统应用开发设计工作奠定必要的基础。

三、综合实验课程内容简介

本课程内容主要包括多项单片机系统设计、嵌入式系统设计方面的设计性项目,学生可以根据自己的兴趣、爱好选择相应的题目,根据选题提出设计方案,在指导老师的指导下完善设计方案,根据详细设计方案完成作品制作、安装调试和系统测试。

本课程强调基本原理和基本理论对实践环节的指导作用,强调理论联系实际,突出应用技术和工程实践。

四、综合实验课程教学大纲

设计性项目根据历年电子设计竞赛、“飞思卡尔杯”智能车竞赛、“TI杯”电子设计竞赛、嵌入式系统大赛等学科竞赛和实际工程项目选取设计项目。各阶段基本教学内容如下:

第一阶段:选题 指导老师根据历年电子设计竞赛、“飞思卡尔杯”智能车竞赛、“TI杯”

电子设计竞赛、嵌入式系统大赛等学科竞赛和实际工程项目设计选题，并提出具体的设计要求。学生根据题目的要求，结合自己的兴趣、爱好和实际情况进行选题。

第二阶段：提出设计方案 学生利用业余时间根据设计题目的要求，查找相关技术资料，以书面的形式提交切实可行的设计方案。

第三阶段：设计方案评审 指导老师仔细阅读学生提交的设计方案，发现其中的问题，指出设计方案中存在的不足或缺陷，并给出具体的指导意见。

第四阶段：作品制作 学生根据修改后的设计方案完成作品制作，指导老师指导和帮助学生解决作品制作过程中存在的主要问题。

第五阶段：系统调试和测试 作品制作完成之后，进行系统调试和测试。指导老师指导和帮助学生解决系统调试和测试中存在的主要问题。

第六阶段：作品竞赛或评比 学生提交调试好的作品，通过竞赛或评比的方式对作品进行评价，指导老师对作品完成情况进行必要的点评。

第七阶段：提交设计报告 学生书面提交完整的设计报告，指导老师对设计报告进行评价，并对设计报告进行必要的点评。

第八阶段：总评。 指导老师根据设计方案、作品评价和设计报告评价给出每个学生的总评成绩。

五、综合实验课程教学学时分配表

课程内容	学时数（50学时）				推荐课外学时
	总学时	讲授	实验	上机	
第一阶段 选题	0	0	0		2
第二阶段 提出设计方案	0	0	0		20
第三阶段 设计方案评审	0	4	0		0
第四阶段 作品制作	50	0	50		30
第五阶段 系统调试和测试	20	0	20		10
第六阶段 作品竞赛或评比	0	4	0		0
第七阶段 提交设计报告	0	0	0		8
第八阶段 总评	2	2	0		0
总计	80	10	70		70

六、综合实验课程教学大纲使用说明

1. 本综合实验教学的重点和难点

本综合实验通过趣味性项目设计使学生具备单片机应用系统和嵌入式系统应用开发设计能力，重点培养学生的工程实践能力和工程素质，为以后单片机应用系统和嵌入式系统应用开发设计工作奠定必要的基础。教学的重点是指导学生进行方案设计、作品制作、系统调

试和测试；难点是指导学生解决方案设计、作品制作、系统调试和测试过程中存在的问题。

2. 教学方法提示

本综合实验以实践教学为主，教学的方法主要采用典型实验案例示范教学，引导学生积极主动地去理解和思考方案设计、作品制作、系统调试和测试过程中所出现问题的本质，提高学生提出问题、分析问题和解决问题的能力。

本综合实验中，学生按 2~3 人一组进行分组，可根据情况由学生自由组合或老师直接指定。在 2 周的项目设计过程中，老师要及时方案设计、作品制作、系统调试和测试过程中所出现的问题进行及时指导和点评。

3. 考核方式

考核采用综合考评方式，主要由考勤（10%）+实验（40%）+项目设计报告（50%）。方案评审、制作竞赛和评比在实验室进行实际考核，要求内容完整，并用 PPT 汇报进行答辩和交流。

七、设计项目选题参考

1. 对所选设计项目的基本要求

设计项目应包含单片机系统和嵌入式系统应用开发的主要内容，项目不能过难，尤其是对硬件电路而言，其重点应着重于典型应用电路的运用。

2. 设计项目汇总

本课程精选了 10 多个设计项目供同学们选择。同学们也可根据自己的兴趣，从实际应用出发，参阅电子设计竞赛题目和各种参考资料自己选择设计题目。

项目 1：温度控制系统设计

1. 任务

设计并制作一个温度控制系统，采用适当的控制方法和控制算法使控制对象的温度保持在设定温度值，温度控制的静态误差 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ ，实际测量温度用显示器显示，显示精度为 0.1°C 。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统、执行机构、控制对象、传感器与信号调理电路在内的温度控制系统设计与制作。

(2) 设定温度高于环境温度 5°C

(3) 加热可用大功率白炽灯、大功率电阻

(4) 降温可采用电风扇，利用环境低温空气实现降温控制。

(5) 实际测量温度用显示器显示，显示精度为 0.1°C 。

2) 发挥部分

(1) 采用适当的控制方法，当设定温度突变（由 35℃ 提高到 40℃）时，减小系统的调节时间和超调量。

(2) 温度控制的静态误差 $\leq 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 在设定温度发生突变（由 35℃ 提高到 45℃）时，采用 LCD 显示器自动记录温度随时间变化的曲线。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	减小调节时间和超调量	20
	温度控制的静态误差 $\leq 0.3^{\circ}\text{C}$	10
	实现在 LCD 显示器上显示曲线功能	10
	特色与创新	10

项目 2：电磁导航智能小车控制系统设计

1. 任务

设计并制作一个电磁导航智能车，使智能车沿着事先规定的路径行进，规定路径上敷设电磁引导线，引导线上通有 20kHz/100mA 的交流电。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、电机驱动模块、直流电机、速度测量与调理电路、磁感应传感器与信号调理电路在内的电磁导航智能小车的设计与制作。

(2) 智能车可按设定速度匀速前进，并到达终点，速度控制的静态误差 ≤ 0.5 米/秒。

(3) 实际测量速度可用显示器显示，显示精度为 0.1 米/秒。

2) 发挥部分

(1) 采用适当的寻迹控制方法，使智能车以最快的速度跑完全程。

(2) 采用适当的速度控制方法，使速度控制的静态误差 ≤ 0.1 米/秒。

(3) 实时显示参考点（如两个传感器中心位置）与引导线的偏差。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50

发挥部分	以最快的速度跑完全程	20
	速度控制的静态误差 ≤ 0.1 米/秒	10
	显示参考点（如两个传感器中心位置）与引导线的偏差	10
	特色与创新	10

项目 3：线阵 CCD 导航智能车控制系统设计

1. 任务

设计并制作一个线阵 CCD 导航智能车，使智能车可以沿着事先规定的路径行进，规定路径为白色背景，敷设引导线为黑色。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、电机驱动模块、直流电机、速度测量与信号调理电路、线阵 CCD 与调理电路在内的线阵 CCD 导航智能小车的设计与制作。

(2) 智能车可按设定速度匀速前进，并到达终点，速度控制的静态误差 ≤ 0.5 米/秒。

(3) 实际测量速度可用显示器显示，显示精度为 0.1 米/秒。

2) 发挥部分

(1) 采用适当的寻迹控制方法，使智能车以最快的速度跑完全程。

(2) 采用适当的速度控制方法，使速度控制的静态误差 ≤ 0.1 米/秒。

(3) 实时显示参考点（如两个传感器中心位置）与引导线的偏差。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	以最快的速度跑完全程	20
	速度控制的静态误差 ≤ 0.1 米/秒	10
	显示参考点（如两个传感器中心位置）与引导线的偏差	10
	特色与创新	10

项目 4：点光源追踪系统设计

1. 任务

设计一个点光源追踪系统，当点光源在一定范围移动时，点光源追踪系统始终指向光源，当失去追踪目标时发出报警信号。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、点光源追踪指示模块、点光源追踪控制模块、点光源在内的点光源追踪系统设计与制作。

(2) 点光源与追踪系统的有效距离大于 2 米。

(3) 具备点光源追踪功能，失去目标时发出报警信号。

(4) 点光源追踪静态误差小于 2 厘米。

2) 发挥部分

(1) 可测量目标与追踪系统之间的距离。

(2) 点光源与追踪系统的有效距离大于 3 米。

(3) 点光源追踪静态误差小于 1.0 厘米。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	测量目标与追踪系统之间的距离	20
	点光源与追踪系统的有效距离大于 3 米	10
	点光源追踪静态误差小于 1.0 厘米	10
	特色与创新	10

项目 5：语音控制智能小车设计

1. 任务

设计一个语音控制小车，可用语音控制实现智能小车前进、后退、转向控制。控制距离大于 1 米。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、语音识别模块、智能车控制电路在内的语音控制智能小车设计与制作。

(2) 语音控制的有效距离大于 1 米。

(3) 可实现语音控制小车的前进、后退、转向。

2) 发挥部分

(1) 可在噪声干扰环境下实现正常控制。

(2) 可控制小车旋转 360°。

(3) 可控制小车旋转规定的圈数。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	可在噪声干扰环境下实现正常控制	20
	可控制小车旋转 360°	10
	可控制小车旋转规定的圈数。	10
	特色与创新	10

项目 6：两轮自平衡小车控制系统设计

1. 任务

设计一个两轮自平衡小车，使两轮自平衡小车可以规定的区域内保持直立平衡，直立平衡时间大于 5 分钟。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、小车控制电路、姿态测量传感器与信号调理电路在内的两轮自平衡小车的设计与制作。

(2) 直立平衡时间大于 5 分钟。

(3) 达到直立平衡的距离范围小于 1 米。

2) 发挥部分

(1) 可按设定速度匀速行驶

(2) 达到直立平衡的距离范围小于 0.2 米

(3) 给平衡小车施加一定的冲击可以迅速恢复平衡位置。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	可按设定速度匀速行驶达到直立	20
	平衡的距离范围小于 0.2 米	10
	给平衡小车施加一定的冲击可以迅速恢复平衡位置	10
	特色与创新	10

项目 7：数字示波表设计

1. 任务

设计一个数字示波表，可把采样得到的采样数据以动态曲线图的方式显示出来。要求采用 10 位 A/D 采样，采样速率大于 100K，可存储数据点数大于 32K。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括单片机系统（或嵌入式系统）、A/D 转换电路、LCD 显示器在内的数字示波表的设计与制作。

(2) 10 位 A/D 采样，采样速率大于 20K。

(3) 可存储 32K 采样点。

2) 发挥部分

(1) 具有测量最大电压值、信号频率等基本测量功能。

(2) 可实现自动触发采样功能。

(3) 具有光标测量功能。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	具有测量最大电压值、信号频率等基本测量功能。	20
	可实现自动触发采样功能	10
	具有光标测量功能	10
	特色与创新	10

项目 8：基于机器视觉的自动报靶系统设计

1. 任务

设计一个基于机器视觉的自动报靶系统，制作胸环靶，用激光笔打到靶上，由 CCD 摄像头采集图像数据，并分析计算得到激光点的位置

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括嵌入式系统、CCD 摄像头、激光笔、胸环靶在内的自动报靶系统设计与制作。

(2) 用激光笔打到靶面任意位置，可以计算得出所在环数。

(3) 激光笔与胸环靶的距离大于 1.5 米。

2) 发挥部分

(1) 在有外界光线干扰下，实现正常的报靶功能。

(2) 激光笔与胸环靶的距离大于 2 米。

(3) 计算并显示与参考的 X、Y 坐标位置。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	在有外界光线干扰下，实现正常的报靶功能	20
	激光笔与胸环靶的距离大于 2 米	10
	计算并显示与参考的 X、Y 坐标位置	10
	特色与创新	10

项目 9：基于机器视觉的一维条码识别系统设计

1. 任务

设计一个基于机器视觉的一维条码识别系统，由 CCD 摄像头采集一维条码图像数据，采用机器视觉方法识别出任意一组一维条码。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括嵌入式系统、CCD 摄像头、一维条码样本在内的一维条码识别系统的设计与制作。

(2) CCD 摄像头与一维条码的距离小于 5cm。

(3) 一维条码样本符合相关技术标准。

2) 发挥部分

(1) 一维条码样本在受轻微污损时，仍然能正常识别。

(2) CCD 摄像头与一维条码的距离大于 6cm。

(3) 无法识别时发出报警信号。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	一维条码样本在受轻微污损时，仍然能正常识别	20
	CCD 摄像头与一维条码的距离大于 6cm	10
	无法识别时发出报警信号	10
	特色与创新	10

项目 10：自动流水生产线产品计数器设计

1. 任务

设计一个基于机器视觉的产品计数器,当经过检测位置的产品与要检测的产品相一致时计数加一, 不相符合时则不增加计数。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括嵌入式系统、CCD 摄像头、正常产品样本和干扰样本在内的自动流水生产线产品计数器的设计与制作。

(2) CCD 摄像头与检测样品的距离小于 0.5 米。

(3) 干扰样品不少于 3 种。

2) 发挥部分

(1) 正常产品样本受轻微损坏时, 仍然能正常识别。

(2) CCD 摄像头与样品距离大于 1 米。

(3) 识别到干扰样本时发出报警信号。

3. 评分意见

	项 目	得 分
基本要求	设计与总结报告: 方案设计与论证, 理论分析与计算, 电路图, 测试方法与数据, 对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	正常产品样本受轻微损坏时, 仍然能正常识别	20
	CCD 摄像头与样品距离大于 1 米	10
	识别到干扰样本时发出报警信号	10
	特色与创新	10

项目 11：基于结构光的物体测量系统设计

1. 任务

设计一个基于结构光物体测量系统, 把结构光投射到被测物体上, 由 CCD 摄像头采集被测物体的图像数据, 根据结构光的图像位置信息测量得到被测物体高度。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括嵌入式系统、CCD 摄像头、被测产品样本在内的物体测量系统的设计与制作。

(2) CCD 摄像头与检测样品的距离小于 0.5 米。

(3) 高度测量误差小于 1 毫米。

2) 发挥部分

(1) 在外接光线干扰下, 仍然正常测量物体高度。

(2) 高度测量误差小于 0.5 毫米。

(3) 测量被测物体的横截面积。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	在外接光线干扰下，仍然正常测量物体高度	20
	高度测量误差小于 0.5 毫米	10
	测量被测物体的横截面积	10
	特色与创新	10

项目 12：红外和超声多传感器融合测距系统设计

1. 任务

设计一个基于红外和超声多传感器融合测距系统，测距范围为 0-4 米。

2. 要求

1) 基本要求

(1) 完成包括嵌入式系统、红外传感器与信号调理电路、超声多传感器与信号调理电路在内的多传感器融合测距系统的设计与制作。

(2) 测距范围为 0-4 米。

(3) 测距精度为 10cm。

2) 发挥部分

(1) 测距精度提高到 1cm。

(2) 动态显示目标距离变化信息。

(3) 目标超出测量范围时发出报警信号。

3. 评分意见

	项目	得分
基本要求	设计与总结报告：方案设计与论证，理论分析与计算，电路图，测试方法与数据，对测试结果的分析	50
	实际制作完成情况	50
发挥部分	测距精度提高到 1cm	20
	动态显示目标距离变化信息	10
	目标超出测量范围时发出报警信号	10
	特色与创新	10

编写人：李登峰

审核人：李晓辉

系主任：李宁

主管院长：阎茂德

