

2018 年  
广东省高职教育教学  
改革研究与实践项目  
申报书

(佐证材料)

项目名称：新工科背景下高职本科协同培养物联网创新创业人才的新模式研究与实践

主持人：陈荣军

所在学校：广东技术师范大学

# 目 录

一、身份证明.....	2
二、校级教改立项文件（广师教〔2018〕176号）.....	3
三、团队教研项目代表.....	17
四、团队获教研成果与荣誉代表.....	42
五、团队教研论文代表.....	76
六、团队教材建设成果代表.....	144

# 广东技术师范学院教务处

## 身份证明

我校申报 2018 年度省高等职业教育教学改革研究与实践项目的项目主持人，其中陈军、黄爱民、陈雪梅、梁鹏、李丽、宋海鹰、肖茵茵、蔡文英、罗永顺、陈荣军、蔡蕾、张海燕、刘茂平等 13 位教师均为各二级学院普通教师，没有担任学校行政职务。

特此证明。

广东技术师范学院教务处

2018 年 12 月 21 日

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

## 校级教改立项文件（广师教〔2018〕176号）

1、（广师教〔2018〕176号）---《关于公布2018年度校级高职本科协同育人试点类教学改革与研究项目名单的通知》

2、（粤教职函〔2018〕76号）---《关于开展2018年高职院校与本科高校协同育人试点工作的通知》

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 广东技术师范学院教务处

广师教〔2018〕176号

## 关于公布 2018 年度校级高职本科协同育人 试点类教学改革与研究项目名单的通知

各有关单位：

为进一步推进我校高职本科协同育人工作，更好地为对口高职院校的协同育人教学工作服务，结合在省高职教学改革与实践项目的所有申报项目中，经形式审查和校外专家评审，遴选了 13 项较为优秀的项目作为高职本科协同育人试点类教学改革与研究项目（以下简称“协同育人类教改项目”），纳入校级教学改革与研究项目的立项范围。

### 一、建设要求

（一）校级教学改革与研究项目是学院教学工作的重要组成部分，项目实施成效是推荐参评省级教育教学改革项目的重要参考。各单位应高度重视，加强日常支持、指导与管理工作，督促项目承担人员按要求做好项目研究工作。

（二）教务处于每年下半年定期开展项目的中期检查、结题验收。协同育人类教改项目的建设经费不单独下拨，由各专业在每年下拨的协同育人试点经费中予以支持，可参照校级教改项目的资助标准予以支持。

## 二、其他事项

(一) 协同育人类教改项目的各项管理参照《广东技术师范学院教学改革与研究项目管理办法》(广师院〔2015〕159号)执行。

(二) 凡项目相关信息变更,如项目建设内容及成果形式发生重大调整、更换项目负责人或超出结题时间不能结题延期的,均须项目负责人提出申请,并经所在单位签署意见,附相关证明材料后,报送教学改革与发展研究中心。

(三) 联系人:胡玲;电话:020-38260728;办公地点:教学改革与发展研究中心(本部行政楼202A)。

附件:2018年校级高职本科协同育人试点类教学改革与研究项目立项表



(教学改革与发展研究中心)

2018年12月15日

## 校级高职本科协同育人试点类教学改革与研究项目立项名单

编号	项目名称	项目主持人	所在单位	项目组成员	对口高职名称
JGXT201801	学前教育专业高职本科协同育人试点改革的实践	陶红	教育科学与技术学院	孙文云、张莉、谢德新、陈丽、李存园、陈晓青、戴秋初	广东省外语艺术职业学院
JGXT201802	商务英语专业高本协同育人研究与实践	贺显斌	外国语学院	王友良、王永建、熊有生、郭珊珊、徐玲、闫娟、禹婷婷、谢育兵	广州铁路职业技术学院
JGXT201803	高职与本科衔接三二分段一体化人才培养改革研究与实践——以数字媒体技术专业为例	陈雪梅	教育科学与技术学院	王禹、袁南辉、王竹君、赵建保、许晓安、张琳	广东农工商职业技术学院
JGXT201804	软件工程专业高职与本科协同育人一体化衔接研究与实践	梁鹏	计算机科学学院	肖政宏、刘晓勇、郝刚、吴瑞龙、张健、陈智斌、李伟键	深圳信息职业技术学院
JGXT201805	高职本科协同育人机制的研究与实践——以建筑电气与智能化专业为例	李丽	自动化学院	张先勇、肖蕾、王冠培、王娜、王丽、樊瑞琪、黄河、卢士华	广东建设职业技术学院 广州番禺职业技术学院
JGXT201806	校企协同构建高职本科自动化专业的学习工厂内涵建设	宋海鹰	自动化学院	王中生、李海生、顾佳蓓、曾庆猛、康慧、许兆庆、伍银波、彭李、王帮华、麦明秀、林利彬、杨永泉	深圳信息职业技术学院
JGXT201807	电子商务专业高职本科协同育人试点改革的研究与实践	肖茵茵	计算机科学学院	张锐、王旭阳、汤志康、冯文辉、郭建华、辛玉红、胡若	广东女子职业技术学院
JGXT201808	高职本科协同育人下会计学专业本科段的衔接路径实践研究	蔡文英	财经学院	向凯、刘国庆、蔡军、江炼、蓝图、陈平、彭志成	广东农工商职业技术学院
JGXT201809	高本衔接“三二分段”机械设计制造专业贯通式人才培养模式创新实践	罗永顺	机电学院	姚屏、肖苏华、刘大维、周莉、邓澄、王晓军、杨勇	河源职业技术学院 广州番禺职业技术学院
JGXT201810	新工科背景下高职本科协同培养物联网创新创业人才的新模式研究与实践	陈荣军	计算机科学学院	赵慧民、崔怀林、吕巨建、王磊军、贾西平、廖秀秀、聂琼、黄昊晶、李君艺、唐建清	广东理工职业学院
JGXT201811	基于工匠精神的服装与服饰设计专业(2+2)实践教学体系的研究与实践	蔡蕾	美术学院	吴妍、鹿新杰、段娜、王羊羊、董雪丹、柯慧明、李媛、和琪、樊蓉	广州番禺职业技术学院
JGXT201812	协同育人模式下的高本贯通课程建设研究	张海燕	管理学院	杨亮、张颖、富立业、曾韬、邹蔚菲、伍新蕾、杨红霞	河源职业技术学院
JGXT201813	高职本科一体化金融学专业教学标准研究与实践	刘茂平	财经学院	陆明祥、谢林林、林欣、赵华、吴英杰、付世俊	广州番禺职业技术学院

# 广东省教育厅

粤教职函〔2018〕76号

## 广东省教育厅关于开展2018年高职院校与 本科高校协同育人试点工作通知

各有关普通高校：

根据《广东省教育厅关于开展2018年高职院校和本科高校协同育人试点申报工作的通知》（粤教职函〔2017〕179号）等文件精神，决定开展2018年高职院校与本科高校协同育人试点。现将有关事项通知如下：

### 一、试点项目

（一）2018年四年制应用型本科人才培养试点项目，见附件1；

（二）2018年三二分段专升本应用型人才培养试点项目，见附件2。

### 二、试点要求

（一）高度重视试点工作。试点院校应加强组织领导，在人员、经费等方面加大投入，建立相应的制度保障，保证试点工作顺利开展，确保试点工作成效。

(二)确保人才培养质量。试点院校要按照协同培养的原则,共同研制专业教学标准,完善人才培养方案,做好试点招生工作,加强试点工作管理,确保人才培养质量。

### (三)严格学籍与考核管理

1.四年制应用型本科人才培养试点项目试点。本科高校设立“四年制应用型本科人才培养创新班”,通过广东省普通高考招收学生,与本校其他专业同批次录取,单独编班。学籍管理、毕业证书发放和学位授予等由试点本科高校负责,试点高职院校协办。非创新班学生不得转入创新班学习。创新班学生不得转入其他专业,不得转入同一专业非创新班。

2.三二分段专升本应用型人才培养试点。试点高职院校设立“三二分段专升本应用型人才培养实验班”,通过广东省普通高考招收学生,与本校其他专业同批次录取,单独编班。实验班学生获得试点高职院校普通高职毕业证书并通过转段考核后进入对口本科高校试点专业学习两年,符合相关要求的,获得试点本科高校普通本科毕业证书和学位证书。非实验班学生不得转入实验班学习。实验班学生不得转入其他专业,不得转入同一专业非实验班。

### 三、监督检查

省教育厅将加强试点工作指导和专项检查工作,对试点工作不到位、试点效果差、试点出现重大问题的,将视情况采取限期整改、通报批评或者取消试点等措施。

#### 四、材料提交

2018年三二分段专升本应用型人才培养试点项目要按照有关文件要求，科学制定转段考核方案，并于2018年9月14日前以试点院校联合行文的方式将转段考核方案报省教育厅职业教育与终身教育处。联系人：穆静，邮箱：zhizhongchumail@qiongh.com，电话：（020）37629455。

- 附件：1.2018年四年制应用型本科人才培养试点项目名单  
2.2018年三二分段专升本应用型人才培养试点项目名单



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

公开方式：主动公开

— 4 —

2018年四年制应用型本科人才培养试点项目名单

序号	本科院校名称	本科试点专业名称	本科试点专业代码	本科招生计划数	高职院校名称	对应高职专业名称	高职专业代码	试点类型
1	惠州学院	软件工程	680902	50	广东交通职业技术学院	软件技术	610205	4+0
2	惠州学院	土木工程	081001	50	广东交通职业技术学院	城市轨道交通工程技术	600609	4+0
3	广东第二师范学院	食品质量与安全	682202	100	广东轻工职业技术学院	食品加工技术	590101	4+0
4	东莞理工学院	电气工程及其自动化	640601	80	广东水利电力职业技术学院	电气自动化技术	560305	4+0
5	广东技术师范大学	金融学	020301F	40	广东金融职业技术学院	金融管理	630201	4+0
6	广东技术师范大学	建筑电气与智能化	091104	40	广州番禺职业技术学院	建筑工程技术	540301	4+0
7	韶关学院	机械设计制造及其自动化	080202	40	广州番禺职业技术学院	机械制造与自动化	560102	4+0
8	韶关学院	软件工程	110902	40	广州番禺职业技术学院	软件技术	610205	4+0
9	广东技术师范大学	软件工程	680902	100	深圳信息职业技术学院	软件技术	610205	4+0
10	广东技术师范大学	网络工程	110301	100	深圳信息职业技术学院	信息安全与管理	610211	4+0
11	广东技术师范大学	自动化	080801	100	深圳信息职业技术学院	智能控制技术	560304	4+0
12	佛山科学技术学院	机械设计制造及其自动化	080202	45	顺德职业技术学院	机电一体化技术	560301	4+0
13	佛山科学技术学院	工业设计	680305	40	顺德职业技术学院	工业设计	560315	4+0
14	佛山科学技术学院	国际经济与贸易	020401	45	顺德职业技术学院	国际经济与贸易	620502	4+0
15	肇庆学院	食品科学与工程	682101	98	广东轻工职业技术学院	食品加工技术	590101	4+0
16	广东药科大学	中药学	100801	20	广东食品药品职业学院	中药学	620302	4+0
17	广东药科大学	生物制药工程	682801	35	广东食品药品职业学院	医药设备应用技术	620805	4+0
18	广东药科大学	药学	100701	35	广东食品药品职业学院	药学	620301	4+0

序号	本科高校名称	本科试点专业名称	本科试点专业代码	本科招生计划数	高职院校名称	对应高职专业名称	高职专业代码	试点类型
19	惠州学院	土木工程	081001	50	广东水利电力职业技术学院	水利水电工程技术	342302	2+2
20	广东技术师范大学	服装与服饰设计	130305	25	广州番禺职业技术学院	服装艺术设计	450107	2+2
21	惠州学院	电气工程及其自动化	080801	50	中山职业技术学院	机电一体化技术	542301	2+2
22	佛山职业技术学院	电子信息工程	080601	50	中山职业技术学院	电子信息工程技术	410101	2+2
合计	3所本科		22个专业点	1165	9所高职			

说明：1.试点专业代码：4+4、3+2、“4+0”是指试点专业学生按照原计划入学，完成四年或三年或两年的学习，成绩合格，经广东省教育厅审核后，由广东省教育厅统一组织入学考试，合格者由试点本科院校录取，以原专业管理学生，毕业后由试点本科院校颁发“2+2”是原试点专业学生按照原计划入学，按照原专业计划完成原计划，成绩合格，由试点本科院校和高职院校共同组织入学考试，合格者由高职院校录取，由高职院校管理学生，毕业后由高职院校颁发毕业证书。

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

## 2018年三二分段专升本应用型人才培养试点项目名单

序号	高职院校名称	试点高职专业名称	高职专业代码	高职招生计划数	本科高校名称	对应本科试点专业名称	本科试点专业代码
1	广东机电职业技术学院	计算机网络技术	610202	80	广东技术师范大学	网络工程	080903
2	广东理工职业学院	物联网应用技术	610119	80	广东技术师范大学	物联网工程	080905
3	广州城建职业学院	建筑工程技术	540601	100	广东白云学院	工程管理	120103
4	广州城建职业学院	机电一体化技术	560301	50	广东科技学院	机械电子工程	080204
5	广州南洋理工职业学院	服装与服饰设计	650108	50	广东科技学院	服装设计与工程	081602
6	东莞职业技术学院	会计	630302	50	东莞理工学院	会计学	120203E
7	东莞职业技术学院	工商企业管理	630401	60	东莞理工学院	工商管理	120201E
8	东莞职业技术学院	计算机应用技术	610201	80	东莞理工学院	计算机科学与技术	080901
9	广东工程职业技术学院	电子信息工程技术	610101	60	广东技术师范学院	电子信息工程	080701
10	广东工程职业技术学院	电气自动化技术	560302	60	广东技术师范学院	电气工程及其自动化	080601
11	广东工贸职业技术学院	测绘地理信息技术	520304	40	嘉应学院	地理信息科学	070504
12	广东工贸职业技术学院	模具设计与制造	560110	40	肇庆学院	机械设计制造及其自动化	080202

序号	高职院校名称	试点高职专业名称	高职专业代码	高职招生计划数	本科高校名称	对应本科试点专业名称	本科试点专业代码
13	广东环境保护工程职业学院	环境工程技术	520804	50	嘉应学院	环境工程	082502
14	广东建设职业技术学院	建筑设备工程技术	540401	40	广东技术师范学院	供配电与智能化	081004
15	广东交通职业技术学院	汽车检测与维修	560702	100	肇庆学院	车辆工程	080207
16	广东交通职业技术学院	城市轨道交通机电技术	600602	100	广东石油职业技术学院	测控技术与仪器	080301
17	广东交通职业技术学院	轮机工程技术	600310	50	广东海洋学院	轮机工程	081804
18	广东交通职业技术学院	船舶电气工程技术	560503	50	广州航海学院	船舶电子电气工程	081808
19	广东交通职业技术学院	道路桥梁工程技术	600202	100	五邑大学	交通工程	081802
20	广东交通职业技术学院	电子信息工程技术	610101	100	仲恺农业工程学院	电子信息工程	080701
21	广东交通职业技术学院	计算机网络技术	610201	100	仲恺农业工程学院	网络工程	080903
22	广东交通职业技术学院	汽车电子技术	560703	100	岭南师范学院	汽车服务工程	080802
23	广东科贸职业学院	园艺技术	10107	50	仲恺农业工程学院	园艺	090102
24	广东科贸职业学院	畜牧兽医	510301	50	仲恺农业工程学院	动物科学	090301
25	广东科学技术职业学院	计算机应用技术	610201(新)	70	肇庆学院	计算机科学与技术	080901
26	广东农工商职业技术学院	数字媒体应用技术	610210	40	广东技术师范学院	数字媒体技术	080906

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申报

序号	高职院校名称	试点高职专业名称	高职专业代码	高职招生计划数	本科高校名称	对应本科试点专业名称	本科试点专业代码
27	广东农工商职业技术学院	会计	630302	40	广东技术师范学院	会计学	120203K
28	广东农工商职业技术学院	电子信息工程技术	610101	55	嘉应学院	电子信息工程	080701
29	广东女子职业技术学院	电子商务	630801	60	广东技术师范学院	电子商务	120801
30	广东女子职业技术学院	学前教育	670102K	50	肇庆学院	学前教育	040106
31	广东女子职业技术学院	动漫制作技术	610207	40	肇庆学院	动画	130310
32	广东省外语艺术职业学院	英语教育	670106K	90	佛山师范学院	英语(师范)	050201
33	广东省外语艺术职业学院	学前教育	670102K	50	广东技术师范学院	学前教育	040106
34	广东水利电力职业技术学院	地下与隧道工程技术	540101	80	广东石油化工学院	土木工程	081001
35	广东水利电力职业技术学院	数控设备应用与维护	600204	50	广东石油化工学院	机械设计制造及其自动化	080202
36	广东体育职业技术学院	运动训练	670401	100	广州体育学院	运动训练	040202K
37	广东邮电职业技术学院	移动通信技术	610302	60	广东技术师范学院	通信工程	080701
38	广东职业技术学院	服装设计与工艺	580410	55	惠州学院	服装设计与工程	081602
39	广州番禺职业技术学院	机械制造与自动化	560102	50	广东技术师范学院	机械设计制造及其自动化	080202

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申报

序号	高职院校名称	试点高职专业名称	高职专业代码	高职招生计划数	本科高校名称	对应本科试点专业名称	本科试点专业代码
40	广州体育职业技术学院	运动训练	670401	100	广州体育学院	运动训练	040202K
41	广州铁路职业技术学院	商务英语	670202	50	广东技术师范学院	商务英语	050258
42	广州铁路职业技术学院	机械设计与制造	560102	50	仲恺农业工程学院	机械设计制造及其自动化	080202
43	河源职业技术学院	旅游管理	640101	80	广东技术师范学院	旅游管理与服务教育	120904T
44	河源职业技术学院	音乐教育	670112K	30	星海音乐学院	音乐学(师范)	130202
45	河源职业技术学院	数控技术	560103	50	广东技术师范学院	机械设计制造及其自动化	080701
46	河源职业技术学院	电子信息工程技术	610101	50	广东技术师范学院	电子信息工程	080202
47	清远职业技术学院	机电一体化技术	560301	50	广东技术师范学院	机械设计制造及其自动化	080202
48	清远职业技术学院	计算机网络技术	610302	50	广东技术师范学院	网络工程	080903
49	清远职业技术学院	旅游管理	640101	40	韶关学院	旅游管理	120901K
50	顺德职业技术学院	酒店管理	640105	40	广东财经大学	酒店管理	120902
51	顺德职业技术学院	会计	650302	40	广东财经大学	会计学	120203
52	中山火炬职业技术学院	应用电子技术	610102	50	广东白云学院	电子信息工程技术	080701
53	中山职业技术学院	电子信息工程技术	610101	100	佛山师范学院	电子信息工程	080701
合计	27所高职	27个专业点		3500	16所本科		

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申报

## 本项目团队近 4 年承担的教研项目代表

序号	课题编号	课题名称	起讫时间	立项单位	姓名	承担工作
1	2017 zyzg 05	专业综合改革试点： 物联网工程专业	2017-20 19	广东技术师范学院	陈荣军	主持
2	JYZD 2016 01	创新驱动的物联网 工程应用型人才培 养模式研究与实践	2016-20 18	广东技术师范学院	贾西平	主持
3	2017 0207 1217	广东技术师范学院 物理与电信工程学 院实习实训项目	2017-20 18	教育部高教司- 产学合作-广州 粤嵌通信科技股 份有限公司	陈荣军	主持
4	2017 0102 1023	大数据智能计算与 安全性应用研究方 向实践条件建设	2017-20 18	教育部高教司- 产学合作珠海世 纪鼎利科技股份 有限公司	赵慧民	主持
5	2017 0104 7031	广东技术师范学院- 普开大数据实验平 台	2017-20 18	教育部高教司- 产学合作北京普 开数据技术有限 公司	肖政宏	主持
6	2017 0204 8002	广东技术师范学院 信息安全实验室联 合建设	2017-20 18	教育部高教司- 产学合作北京西 普阳光教育科技 股份有限公司	李伟键	主持
7	2014 SFKC 28	建构主义理论指导 下，以学科竞赛驱动 电子类学生创新实 践能力研究	2014.01 - 2016.5	广东省教育科学 规划领导小组办公室	陈荣军	主持
8	无	广东省教学质量工 程建设项目特色专 业-物联网工程	2018-20 21	广东省教育厅	陈荣军	主持

# 广东技术师范学院文件

广师院〔2017〕219号

发人：许玲

## 广东技术师范学院关于公布 2017 年校级 质量工程建设项目立项名单的通知

各有关单位：

为进一步构建与完善我院校级、省级和国家级质量工程项目梯级体系，根据《关于开展 2017 年度校级“教学质量与教学改革工程”建设项目申报工作的通知》（广师教〔2017〕27 号），我院开展了校级“质量工程”项目申报评审工作。经二级学院推荐，学院组织校内外评审专家评审，网上公示，现将 2017 年校级质量工程建设项目立项名单予以公布，并就有关事项通知如下：

### 一、立项情况

2017年，确定立项建设校级专业综合改革试点6个，教学团队15个，精品资源共享课程15门，项目详细名单见附件。

## 二、项目管理

### （一）建设周期

校级质量工程建设项目建设周期为二年，教务处将于一年后开展项目中期检查。二年建设期满，学院组织专家对项目建设成果进行结题验收，验收通过的项目认定为校级质量工程项目。

### （二）建设经费

专业综合改革试点、教学团队建设项目建设经费2万元，精品资源共享课建设项目资助经费1万元。同类项目首期拨付50%，中期检查合格后拨付余下的50%建设经费。

### （三）有关要求

各质量工程建设项目所属二级学院要加强对项目建设的支持、指导及监督工作，切实保障项目建设成效。各项目负责人要充分发挥主动性和创造性，结合我院办学定位，专业特色，细化项目建设与改革方案，切实推进教育教学改革，按时保质保量完成项目各项任务，促进我院应用型人才培养水平的不断提升。

附件：广东技术师范学院2017年校级质量工程建设项目立项名单



## 广东技术师范学院2017年校级质量工程建设项目立项名单

项目编号	项目类别	项目名称	项目负责人	所在学院
2017zyzg01	专业综合改革试点	应用电子技术教育	杨颀	电子与信息学院
2017zyzg02		汽车服务工程	徐伟	汽车与交通工程学院
2017zyzg03		数字媒体技术	袁南辉、李端强	教育科学与艺术学院
2017zyzg04		税收学	周清	财经学院
2017zyzg05		物联网工程	陈荣军	计算机科学学院
2017zyzg06		音乐学	尹新水	音乐学院
2017jpkc01	精品资源共享课程	单片机原理及应用	王敏	自动化学院
2017jpkc02		网页设计	周洁	美术学院
2017jpkc03		工程材料	王敏	机电学院
2017jpkc04		工业机器人技术	杨永	机电学院
2017jpkc05		资产评估理论与实务	陈芸	财经学院
2017jpkc06		新闻英语	张艳	外国语学院
2017jpkc07		工程力学	周敏	工业实训中心
2017jpkc08		应用光学	仇云利	光电工程学院
2017jpkc09		税法与税务会计	唐霏	财经学院
2017jpkc10		高等数学	姜曼丽	数学与系统科学学院
2017jpkc11		三维高级动画设计	黄爱民	美术学院
2017jpkc12		数据结构与算法	刘兰	电子与信息学院
2017jpkc13		电子商务专业英语	肖茵茵	计算机科学学院
2017jpkc14		光电子学	陈湛旭	光电工程学院
2017jpkc15		政治学原理	唐斌	管理学院

## 广东技术师范学院2017年校级质量工程建设项目立项名单

项目编号	项目类别	项目名称	项目负责人	所在学院
2017jxtd01	教学团队	自动控制类专业核心课程教学团队	宋海鹰	自动化学院
2017jxtd02		电路与电子基础课程群教学团队	向丹	工业实训中心
2017jxtd03		大学生实践创新基地教学团队	肖蕾	自动化学院
2017jxtd04		汽车服务工程专业创新教学团队	杜灿道	交通运输工程学院
2017jxtd05		光电类主干课程教学团队	冯明库	光电工程学院
2017jxtd06		学前教育专业教学团队	陈惠	教育科学与技术学院
2017jxtd07		大学英语教学团队	徐玲	外国语学院
2017jxtd08		数学与应用数学专业教学团队	肖黎明	数学与系统科学学院
2017jxtd09		基础力学系列课程教学团队	李纬华	机电学院
2017jxtd10		网络新媒体与影视制作教学团队	刘光磊	文学与传媒学院
2017jxtd11		大学计算机应用基础教学团队	李春英	计算机科学学院
2017jxtd12		普通物理教学团队	任光明	光电工程学院
2017jxtd13		应用型本科机械类专业机械制造课程群教学团队	罗永顺	机电学院
2017jxtd14		人力资源管理与开发课程群教学团队	吴小立	管理学院
2017jxtd15		知识产权教学团队	郭洪波	法学与知识产权学院

# 广东技术师范学院文件

广师院〔2016〕249号

## 广东技术师范学院关于公布 2016 年 校级教学改革与研究项目立项名单的通知

各有关单位：

根据《关于开展 2016 年校级教学改革与研究项目申报工作的通知》（广师教〔2016〕32号）精神，我院组织校外专家对各单位的推荐项目进行了评审。现将立项名单（见附件）予以公布。2016 年校级教学改革与研究项目共立项 46 项，其中重点项目 16 项，一般项目 26 项，委托项目 4 项。

校级教学改革与研究项目是推荐参评省级教育教改项目的重要依据。各单位应高度重视，加强日常指导与管理工作：

各项目负责人要统筹推进项目研究，于规定时间内在“教学改革项目管理系统”（网址：<http://www.gpnu.edu.cn/jgxm>）中提交项目结题材料。

每年下半年，教务处将聘请校内外专家开展项目结题验收。成效显著的项目优先推荐参评校级及以上教学成果奖。凡验收不合格的项目，将严格按照《广东技术师范学院教学改革与研究项目管理办法》（广师院〔2015〕159号）作相应处理。

附件：2016年校级教学改革与研究项目立项名单



## 2016年校级教学改革与研究项目立项名单

项目编号	所属单位	项目名称	项目负责人	项目组成员	项目类别	拟结项时间	资助额度(万元)
JYZD201601	计算机科学学院	创新驱动的物联网工程应用型人才培养模式研究与实践	贾西平	林智勇、陈荣军、廖吉奇、匡智斌	重点	2019.09	0.5
JYZD201602	电子与信息学院	微信公众平台学习系统开发与应用之线性代数课程的翻转课堂	王春安	柳秀山、薛迎春、程晖、李仪芳	重点	2019.09	0.5
JYZD201603	自动化学院	基于智能服务机器人的应用型人才培养模式的探索与研究	陈庆丰	肖应旺、唐德荣、康慧、王娜、汤珊珊	重点	2019.09	0.5
JYZD201604	汽车学院	基于实践与创新能力提升的汽车工程应用型人才培养模式探索与实践	杜灿滔	陈森昌、赖新方、郭平、余健华	重点	2019.09	0.5
JYZD201605	教育技术与传播学院	依托省级实验教学示范中心,培育大学生的创新精神和创业能力	谢运佳	邓文新、吴天生、赵剑冬、陈军、董海洋	重点	2019.09	0.5
JYZD201606	文学院	《新闻评论》教学改革模式探索	陈南先	陈桥生、何文、林琳、罗健雄	重点	2019.09	0.5
JYZD201607	外国语学院	非英语专业大学生冠词习得研究	王家明	贺显斌、姜亚萍、王富、李洪、李	重点	2019.09	0.5
JYZD201608	美术学院	以职业技能和创新能力培养为导向的环境设计专业应用型课程及教学内容体系改革研究	曾丽娟	吴健平、李常娜、陈超、麦卓超	重点	2019.09	0.5
JYZD201609	管理学院	国际合作办学中的学分互认机制研究	廖颖宁	李伟、王芳、李	重点	2019.09	0.5
JYZD201610	会计学院	大学生创新创业教育培养机制及其课程体系构建研究——以财会类本科专业为例	向凯	戴图、曾昕彬、曾志伟	重点	2019.09	0.5
JYZD201611	教育学院	“园校合作”模式在学前教育本用型人才培养中的探索与实践	覃江梅	曾芬芬、谢德新、郑海珠、黄玲莲、邓伟、沈文娜、胡丽琴、林海燕	重点	2019.09	0.5
JYZD201612	国际教育学院	广东地方高校国际合作办学的学分互认机制研究	马倩美	丁力、喻忠惠、熊秀玲、陈淑瑜	重点	2019.09	0.5
JYZD201613	马克思主义学院	浅谈在思想政治理论课教学中培养学生的自主学习能力	孔红艳	李山、罗伟玲、林丹	重点	2019.09	0.5
JYZD201614	大学英语教学部	大学英语形成性评价模式研究	徐玲	金杰、张艳、杨曼萍、刘丽英、郭丹丹	重点	2019.09	0.5
JYZD201615	人事处	地方本科院校向应用型本科院校转型中校企合作问题研究	王琴琴	陈浩海、田甜、任平、杨丹尤	重点	2019.09	0.5
JYZD201616	科研处	基于产学研视角的专利布局与理工学专业协同发展研究	张宇鹏	陈沐竹、赵剑冬、李江涛、罗平、张英、丁燕、李阳清	重点	2019.09	0.5
JYYH201617	计算机科学学院	数学与应用数学专业综合改革	肖黎明	陈瑞娟、张淑玲、梁海华、邵月红、付辉	一般	2018.09	0.2
JYYH201618	计算机科学学院	递进式项目驱动教学法在《Web程序设计》实验教学中的应用研究	李伟健	王宝海、黎建	一般	2018.09	0.2
JYYH201619	计算机科学学院	在线评判系统自主研发及其在程序设计课程群教学中的应用研究	欧阳佳	温剑丰、马震远、周碧、詹雄、林正春	一般	2018.09	0.2
JYYH201620	电子与信息学院	《网络与信息安全》课程实用案例教学改革	罗建楠	何兰、蔡群、尹其斌	一般	2018.09	0.2
JYYH201621	机电学院	基于应用意识培养的《材料力学》课程教学模式探索与实践	陈飞昕	王敏、林峰、李翔华、白渝李	一般	2018.09	0.2
JYYH201622	机电学院	基于“互联网+”的工业设计专业基础教学方法改革研究及实践	徐晓莉	郑翔、刘兴、吕战斌、罗向菲	一般	2018.09	0.2
JYYH201623	机电学院	基于应用型本科人才培养的模拟电子技术多教学模式研究	孙洪颖	何华、张广南	一般	2018.09	0.2

项目编号	所属单位	项目名称	项目负责人	项目组成员	项目类别	拟结项时间	资助额度(万元)
JYYR201624	自动化学院	构建基于科技竞赛模式的大学生实践创新能力培养体系的研究与实践	汪燕刚	肖雷, 刘克江, 袁飞, 李强	一般	2018.09	0.2
JYYR201625	汽车学院	基于实践教学的《汽车电器设备》课程微课的开发研究	王思卓	杜灿道, 肖志荣, 吴勃, 李杰浩, 龚永瑞	一般	2018.09	0.2
JYYR201626	教育技术与传播学院	以职业能力培养为导向的《广播电视播音与主持》课程教学改革与实践	孔婧	刘光磊, 袁芳明, 王梅	一般	2018.09	0.2
JYYR201627	教育技术与传播学院	基于海上丝绸之路网络剧创作的广播电视编导专业电视剧创作课程改革	朱姝	赵玉, 王洪, 许晓安, 张宝仪	一般	2018.09	0.2
JYYR201628	经济与贸易学院	以学习者职业能力需求为导向的经营类BSP课程设置研究	燕立乾	宗仁霞, 罗琪, 廖卢琴	一般	2018.09	0.2
JYYR201629	经济与贸易学院	基于经贸专业学生能力和就业导向的法律课程教学改革——以《国际商法》课程教学为例	林蔚	雷林林, 夏晓慧, 张媛媛, 曾晓均	一般	2018.09	0.2
JYYR201630	管理学院	建立基于微信的市场营销专业课程自主学习机制研究和实践	樊哲银	梁勇, 魏巍	一般	2018.09	0.2
JYYR201631	会计学院	ERP综合实训课程教学改革研究	江炼	蔡平, 辛玉红	一般	2018.09	0.2
JYYR201632	文学院	以“诗教”为核心的《古典诗词写作》课程教学改革研究与实践	祁丽岩	徐海军, 李强, 劳信超	一般	2018.09	0.2
JYYR201633	外国语学院	APP应用程序辅助的智能口译教学模式研究	余娟	周川, 王娟	一般	2018.09	0.2
JYYR201634	美术学院	服装与服饰设计高职本科一体化课程改革教学研究	柯慧娟	董雪丹, 吴妍, 李安琪, 蔡莹	一般	2018.09	0.2
JYYR201635	音乐学院	高师钢琴小组课教学模式研究	刘飞翔	姜姜, 李京	一般	2018.09	0.2
JYYR201636	大学英语教学部	MOOC与大学英语后续课程建设研究	尹婷	刘南英, 李春晓, 关锡霞	一般	2018.09	0.2
JYYR201637	体育教学部	民族传统体育板鞋竞速教学法的研究	吴学勇	朱东春	一般	2018.09	0.2
JYYR201638	工业实训中心	“以赛促练”理念指导下职业技能训练研究与实践	高阿林	姚亮, 周元春, 许成果, 王齐磊	一般	2018.09	0.2
JYYR201639	计算机网络中心	基于问题引导和案例教学法在《计算机应用基础》课程中的应用研究	徐省华	陈霞, 陈志华, 黄悦斌, 王新鹏, 王强	一般	2018.09	0.2
JYYR201640	创大办	地方本科院校学生职业精神养成的建设策略研究——基于职教体系通识教育课程视角	万鑫	李尚德, 廖卢琴, 林幸福, 张蕊	一般	2018.09	0.2
JYYR201641	继续教育学院	以微课打下高校教师的教学能力培养模式	田甜	曹立新, 王琴琴, 周红, 刘文刚	一般	2018.09	0.2
JYYR201642	学校教务处	培养“工匠型”机械职教师资的《机械制造技术》课程改革	王晓军	孙洪斌, 罗水敏, 彭海燕, 姚研	一般	2018.09	0.2
JYYR201643	学校教务处	普通本科高校向应用型高校转型背景下专业动态调整研究与实践	何仙	罗平, 王中生, 葛建华	委托	2018.09	0.5
JYWT201644	自动化学院	建筑电气与智能化专业三二分段专升本人培养方案的研制	张先勇	李明, 王娜, 王冠琦, 袁允志, 肖雷	委托	2018.09	0.8
JYWT201645	教育学院	学前教育专业“三二分段”专升本一体化应用型人才培养方案的研制与实践	陶红	孙文云, 樊健	委托	2018.09	0.8
JYWT201646	教育学院	适应教师资格考试改革的师范教育课程综合改革探索	陈丽君	杨素娟, 樊丹丹, 张玲燕, 谢德新, 梁碧霞	委托	2018.09	0.8



教育部高等教育司关于公布有关企业支持的2017年  
第一批产学合作协同育人项目立项名单的函

教高司函〔2017〕37号

有关高等学校、有关企业：

为贯彻落实《国务院办公厅关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》（国办发〔2015〕36号）文件精神，创新产学合作协同育人机制，我司组织有关企业支持有关高等学校开展产学合作协同育人项目。根据《教育部高等教育司关于公布有关企业支持的产学合作协同育人项目立项指南（2017年第一批）的函》（教高司函〔2017〕13号）要求，有关高校积极组织师生向企业提交了项目申请，有关企业对申报项目进行了遴选并向社会公示。现将立项项目汇总公布（见附件1、2）。

有关高校要加强对项目的指导和管理，项目负责人要和相关企业加强联系，按照要求认真组织实施。有关企业要履行承诺，规范项目管理，保证项目顺利实施。

（此页无正文）

附件：1.2017年第一批产学合作协同育人项目立项名单（按企业排序）

2.2017年第一批产学合作协同育人项目立项名单（按高校排序）

教育部高等教育司

2017年8月11日

附件2: 2017年第一批产学合作协同育人项目立项名单 (按高校排序)

项目编号	学校名称	项目类型	项目名称	支持公司	负责人
201701003002	北京大学	教学内容和课程体系改革	人工智能专业技术群	谷歌信息技术(中国)有限公司	张齐勋
201701003007	北京大学	教学内容和课程体系改革	课改与技术支持北部区域联盟	谷歌信息技术(中国)有限公司	张齐勋
201701003019	北京大学	教学内容和课程体系改革	大数据平台技术及应用	谷歌信息技术(中国)有限公司	李影
201701004005	北京大学	教学内容和课程体系改革	慕课: 人工智能与信息社会	微软亚洲研究院	陈斌
201701006004	北京大学	教学内容和课程体系改革	《电子线路(实验班)》学生自主实验教学新方法	美国DIGILENT科技公司	陈江
201701016020	北京大学	教学内容和课程体系改革	基于移动信息化的《3D离体牙髓组织》课程教学内容和课程体系改革	蓝墨科技公司	王宇光
201701041001	北京大学	教学内容和课程体系改革	Python语言程序设计教材	北京矩道优达网络科技有限公司(计蒜客)	陈斌
201701004020	北京大学	实践条件建设	北大-微软拔尖班研究实训项目	微软亚洲研究院	郭耀
201701034030	中国人民大学	创新创业教育改革	创新思维与IT产品设计	慧科教育科技集团有限公司	牛力
201701008030	清华大学	创新创业教育改革	清华大学大学生数字系统创新设计竞赛实践	德州仪器半导体技术(上海)有限公司(TI)	朱小梅
201701010022	清华大学	创新创业教育改革	清华大学未来兴趣小组大数据平台建设	思科公司	余潇潇
201701005002	清华大学	教学内容和课程体系改革	基于IOS平台的通信类课程演示实验设计	苹果公司	牛志升
201701008001	清华大学	教学内容和课程体系改革	生物医学数字信号处理课程改革与实践	德州仪器半导体技术(上海)有限公司(TI)	张辉
201701008002	清华大学	教学内容和课程体系改革	模拟电子线路课程改革与实践	德州仪器半导体技术(上海)有限公司(TI)	任艳萍
201701008013	清华大学	教学内容和课程体系改革	计算机硬件技术基础课程建设	德州仪器半导体技术(上海)有限公司(TI)	朱小梅

项目编号	学校名称	项目类型	项目名称	支持公司	负责人
201701015068	嘉应学院	教学内容和课程体系改革	产学研合作协同育人,着力培育应用型人才	东软睿道教育信息技术有限公司	吴华光
201701015070	嘉应学院	教学内容和课程体系改革	深化校企合作建设智慧互联专业融合实验室,构建面向应用型大学课程体系	东软睿道教育信息技术有限公司	陈德礼
201701067067	嘉应学院	实践条件建设	无线传感网路实践条件建设	广州粤嵌通信科技股份有限公司	侯跃恩
201701044034	广东技术师范学院	实践条件建设	虚拟仿真网络安全实验室	蓝盾信息安全技术股份有限公司	尹颖禹
201701030013	广东技术师范学院	创新创业教育改革	高校创业实训基地	北京神州泰岳教育科技有限公司	许玲
201701067051	广东技术师范学院	创新创业教育改革	嵌入式创新设计竞赛	广州粤嵌通信科技股份有限公司	杨南粤
201701067053	广东技术师范学院	创新创业教育改革	嵌入式创新设计竞赛	广州粤嵌通信科技股份有限公司	杨南粤
201701055003	广东技术师范学院	大学生实习实训项目	学前教育大学生顶岗教育实习	广东天波教育科技有限公司	孙文云
201701081063	广东技术师范学院	大学生实习实训项目	财税\审计大学生实习实训项目	北京正保会计教育科技有限公司	蔡文英
201701030019	广东技术师范学院	教学内容和课程体系改革	创新创业教育课程建设	北京神州泰岳教育科技有限公司	许玲
201701063021	广东技术师范学院	教学内容和课程体系改革	创新应用型财会人才培养模式研究	新道科技股份有限公司	蔡军
201701063022	广东技术师范学院	教学内容和课程体系改革	财务共享时代高校管理会计人才培养模式研究	新道科技股份有限公司	陈芸
201701067010	广东技术师范学院	教学内容和课程体系改革	嵌入式系统及应用	广州粤嵌通信科技股份有限公司	詹彤
201701046061	广东技术师范学院	师资培训	青年骨干教师3D打印技术应用培训班	北京凌阳爱普科技有限公司	李丽
201701081025	广东技术师范学院	师资培训	“互联网+”时代下会计转型及财会专业人才培养研修班	北京正保会计教育科技有限公司	丁绒
201701021023	广东技术师范学院	实践条件建设	大数据智能计算与安全性应用研究方向实践条件建设	珠海世纪鼎利科技股份有限公司	赵慧民
201701047031	广东技术师范学院	实践条件建设	广东技术师范学院-普开大数据实验平台	北京普开数据技术有限公司	肖政宏
201701052020	广东技术师范学院	实践条件建设	基于业务财务税务一体化的财会虚拟仿真实训基地	厦门网中网软件有限公司	江炼
201701070001	深圳大学	创新创业教育改革	本科高校物流专业“创新创业实践”与“体验课程教学”同步发展模式设计研究	深圳市中诺思科技股份有限公司	罗浩



## 教育部高等教育司关于公布有关企业支持的2017年 第二批产学合作协同育人项目立项名单的函

教高司函〔2018〕4号

有关高等学校、有关企业:

为贯彻落实《国务院办公厅关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》(国办发〔2015〕36号)和《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》(国办发〔2017〕95号)文件精神,深化产教融合协同育人,以产业和技术发展的最新需求推动高校人才培养改革,我部组织有关企业支持高校共同开展产学合作协同育人项目。

根据《教育部高等教育司关于公布有关企业支持的产学合作协同育人项目申报指南(2017年第二批)的函》(教高司函〔2017〕47号)要求,有关高校积极组织师生向企业提交了项目申请,有关企业对申报项目进行了评选并向社会公示。现将立项项目汇总公布(见附件1、附件2)。

有关高校要加强对项目的指导和管理,项目负责人要和合作企业加强联系,按照要求认真组织实施。有关企业要履行承诺,加强和规范项目管理,保障项目的顺利实施,确保项目的建设成效。

附件: 1.2017年第二批产学合作协同育人项目立项名单(按企业排序)

2.2017年第二批产学合作协同育人项目立项名单(按高校排序)

教育部高等教育司

2018年1月25日

附件2: 2017年第二批产学研合作协同育人项目立项名单 (按高校排序)

项目编号	公司名称	项目类型	项目名称	承担学校	负责人
201702001001	华为技术有限公司	新工科建设专题	基于华为云平台的软件新工科建设	北京大学	吴中海
201702150019	北京时代行云科技有限公司	新工科建设专题	创新工程实践慕课建设	北京大学	陈江
201702013007	赛灵思(Xilinx)	教学内容和课程体系改革	人人都懂的计算机体系结构	北京大学	孙广宇
201702150020	北京时代行云科技有限公司	教学内容和课程体系改革	人工智能软硬件协同设计	北京大学	曹健
201702013011	赛灵思(Xilinx)	师资培训	从端到云的全可编程智能互联技术	北京大学	段晓辉
201702014033	Arm	师资培训	Arm师资培训中心(在建)	北京大学	段晓辉
201702006027	英特尔公司	校外实践基地建设	教育部英特尔大学生实习实训基地建设	北京大学、上海交通大学等	郑艳飞
201702001032	华为技术有限公司	创新创业教育改革	云应用开发综合实践课程改革与建设	北京大学	张齐勋
201702002001	腾讯公司	新工科建设专题	以数据为中心的计算机专业课程体系建设研究与实践	中国人民大学	文继荣
201702005002	IBM	教学内容和课程体系改革	“数据科学导论”课程设计与教学研究	中国人民大学	朝乐门
201702126122	中青朗顿(太湖)教育文化科技股份有限公司	教学内容和课程体系改革	“投资学”课程教学改革	中国人民大学	王桂虎
201702098041	北京希嘉创智教育科技有限公司	实践条件建设	网络日志融合分析平台	中国人民大学	张丹东
201702002010	腾讯公司	新工科建设专题	基于企业级云平台的计算机专业教学实践平台建设	清华大学	武永卫
201702002013	腾讯公司	新工科建设专题	“数据科学与工程专业”与课程体系建设	清华大学	王建民

201702018124	北京凌阳爱普科技有限公司	实践条件建设	网络综合布线工程实践基地建设	岭南师范学院	张强
201702057019	福建中锐网络股份有限公司	实践条件建设	信息安全攻防实训云平台 and 竞赛平台建设	岭南师范学院	张强
201702177113	北京博创尚和科技有限公司	实践条件建设	机器人创客空间联合实验室建设	岭南师范学院	连海山
201702038013	新道科技股份有限公司	创新创业教育改革	多维共建以创业素质为导向经管类实验实践教学平台的研究	岭南师范学院	沈伟
201702177033	北京博创尚和科技有限公司	教学内容和课程体系改革	“简明机器人技术”课程建设与教学资源开发	肇庆学院	王彬彬
201702029053	中软国际有限公司	校外实践基地建设	计算机科学与软件学院、大数据学院——中软国际校外实践基地	肇庆学院	陈建平
201702174031	广州名动教育咨询有限公司	创新创业教育改革	肇庆学院校企合作创新动画人才培养模式	肇庆学院	李甲辉
201702071020	广州粤嵌通信科技股份有限公司	新工科建设专题	嘉应学院计算机学院新工科建设	嘉应学院	刘越畅
201702057008	福建中锐网络股份有限公司	教学内容和课程体系改革	云计算数学和课程体系改革研究	嘉应学院	吴华光
201702174052	广州名动教育咨询有限公司	大学生实习实训	广美一名动漫大学生实习实训项目	广州美术学院	陈贇蔚
201702003016	北京百度网讯科技有限公司	教学内容和课程体系改革	padllepadle深度学习框架介绍与实践	广东技术师范学院	刘晓勇
201702036022	北京中科致远科技有限责任公司	教学内容和课程体系改革	产学研共建新国际贸易课程在线云平台教学改革项目	广东技术师范学院	任道纹
201702038084	新道科技股份有限公司	教学内容和课程体系改革	产教融合背景下税务人才培养模式创新研究	广东技术师范学院	周清
201702039011	北京神州泰岳教育科技有限公司	教学内容和课程体系改革	大学生创新创业课程	广东技术师范学院	黄明睿
201702043027	东软睿道教育信息技术有限公司	教学内容和课程体系改革	基于核心实践技能提升的计算机科学与技术专业课程体系改革	广东技术师范学院	李伟健
201702064005	浙江天煌科技实业有限公司	教学内容和课程体系改革	基于天煌THFCS-1的自动化专业过程控制课程及实训环节的综合改革	广东技术师范学院	宋海鹰
201702068030	开来科技（深圳）有限公司	教学内容和课程体系改革	突出核心能力培养的知识产权金融实务人才课程体系构建与研究	广东技术师范学院	刘茂平
201702105002	巨轮（广州）机器人与智能制造有限公司	教学内容和课程体系改革	工业机器人教学内容和课程体系改革	广东技术师范学院	徐兰英
201702157005	广州市福思特科技有限公司	教学内容和课程体系改革	基于在线审计的审计学教改研究	广东技术师范学院	刘华

201702172009	广州市靖凯网络科技有限公司	教学内容和课程体系改革	大数据背景下基于Python语言的数据挖掘课程的教学改革	广东技术师范学院	吴世枫
201702016011	Trace software公司	师资培训	广东技术师范学院elecworks教育师资培训项目	广东技术师范学院	宋海鹰
201702022013	金蝶软件（中国）有限公司	师资培训	互联网+电商实践教学师资研修	广东技术师范学院	袁裕辉
201702023042	北京超星尔雅教育科技有限公司	师资培训	基于学习通的电气类核心课程移动教学实践	广东技术师范学院	伍银波
201702081050	广东诚飞智能科技有限公司	师资培训	广东诚飞物联网智能互联师资培训计划	广东技术师范学院	甄任贺
201702157018	广州市福思特科技有限公司	师资培训	审计学师资培训	广东技术师范学院	刘华
201702048002	北京西普阳光教育科技股份有限公司	实践条件建设	广东技术师范学院信息安全实验室联合建设	广东技术师范学院	李伟键
201702048003	北京西普阳光教育科技股份有限公司	实践条件建设	系统建模与大数据应用联合实验室	广东技术师范学院	彭雪
201702066006	武汉易思达科技有限公司	实践条件建设	校企共建“光纤通信”实验体系的研究	广东技术师范学院	陈湛旭
201702045038	北京正保会计教育科技有限公司	大学生实习实训	财税大学生实习实训	广东技术师范学院	周清
201702071217	广州粤嵌通信科技股份有限公司	大学生实习实训	广东技术师范学院物理与电信工程学院实习实训项目	广东技术师范学院	陈荣军
201702026020	固高派动（东莞）智能科技有限公司	校外实践基地建设	广东技术师范学院固高科技机器人应用校外实践基地	广东技术师范学院	宋海鹰
201702029033	中软国际有限公司	校外实践基地建设	计算机科学学院-中软国际大学生校外实践基地	广东技术师范学院	梁鹏
201702105017	巨轮（广州）机器人与智能制造有限公司	校外实践基地建设	工业机器人校外实践基地	广东技术师范学院	宋雷
201702105018	巨轮（广州）机器人与智能制造有限公司	校外实践基地建设	工业机器人校外实践基地	广东技术师范学院	宋海鹰
201702157025	广州市福思特科技有限公司	校外实践基地建设	审计数据工程实践基地	广东技术师范学院	刘华
201702157026	广州市福思特科技有限公司	校外实践基地建设	财税大学生校外实践基地	广东技术师范学院	周清
201702172003	广州市靖凯网络科技有限公司	校外实践基地建设	校外实践基地及实训体系建设	广东技术师范学院	赫刚
201702071143	广州粤嵌通信科技股份有限公司	创新创业教育改革	大数据挖掘与应用创新创业培养	广东技术师范学院	吴世枫

201702081031	广东诚飞智能科技有限公司	创新创业教育改革	Web技术与单片机融合创新应用实践	广东技术师范学院	伍银波、李兵
201702095004	北京正保教育科技有限公司	创新创业教育改革	创新创业实践体系师资培训计划	广东技术师范学院	任道纹
201702095005	北京正保教育科技有限公司	创新创业教育改革	应用型高校创新创业教育课程建设	广东技术师范学院	邓芳
201702060007	浙江亚龙教育装备股份有限公司	创新创业联合基金	跟随型视觉工业机器人	广东技术师范学院	郭政浩
201702002008	腾讯公司	新工科建设专题	一流学科新工科实践基地示范	深圳大学	李坚强
201702145003	北京津发科技股份有限公司-中国人类工效学会	新工科建设专题	新工科建设专题-人体机能的生物力学	深圳大学	胡新尧
201702052015	深圳市优课在线教育有限公司	教学内容和课程体系改革	大学英语(3)	深圳大学	张新颖
201702052016	深圳市优课在线教育有限公司	教学内容和课程体系改革	计算机组成	深圳大学	刘刚、刘萍
201702178021	北京永信至诚科技股份有限公司	教学内容和课程体系改革	计算机安全导论	深圳大学	闫巧
201702178051	北京永信至诚科技股份有限公司	师资培训	网络安全课程培训	深圳大学	闫巧
201702014027	Arm	实践条件建设	智能互联嵌入式	深圳大学	李坚强
201702025001	龙芯中科技术有限公司	实践条件建设	多路处理器并行实验平台及实验案例研究	深圳大学	雷海军
201702117020	广州维脉电子科技有限公司	实践条件建设	交通工程半实物仿真实验教学平台研制	深圳大学	邹亮
201702135012	深圳信盈达科技有限公司	实践条件建设	共建大学生创新实践平台信盈达IPD协同创新实验室	深圳大学	彭情雯
201702135015	深圳信盈达科技有限公司	实践条件建设	共建大学生创新实践平台——深圳大学信盈达杯第十届电子设计大赛	深圳大学	杜戈果
201702178075	北京永信至诚科技股份有限公司	实践条件建设	网络安全实验室	深圳大学	王又民
201702178084	北京永信至诚科技股份有限公司	实践条件建设	网络安全实验室	深圳大学	闫巧
201702135026	深圳信盈达科技有限公司	大学生实习实训	深圳大学实习基地建设	深圳大学	杜戈果
201702002022	腾讯公司	创新创业联合基金	校园生活服务助手	深圳大学	詹前广

# 广东省教育科学规划领导小组办公室

## 立项通知

陈荣军同志：

经广东省教育科学规划领导小组批准，你申报的课题被批准为广东省教育科研“十二五”规划2013年度研究项目。

根据《广东省教育科研管理办法（试行）》要求，接此通知后，请尽快在三个月内组织开题，制定具体的实施方案，并将开题报告和实施方案经单位科研管理部门审核后报送我办。

课题名称：建构主义理论指导下，以学科竞赛驱动电子类学生实践能力研究

课题批准号：2013R341

成果形式：论文、研究报告，指导学生获奖

完成时间：2016.5

广东省教育科学规划领导小组办公室

二〇一四年五月十九日



此复印件仅用于2018高职院校专业教改研究与实践项目申请

# 广东省教育科学规划领导小组办公室

粤教科规办函[2014]9号

## 关于下达广东省教育科学“十二五”规划 2013年度研究项目的通知(高等学校)

各有关高校:

经组织专家评审、报领导批准,现将2013年度广东省教育科学“十二五”规划研究项目(高等学校)下达到你单位,请尽快将项目下达到项目负责人,并按《广东省教育科研管理办法(试行)》的要求,协助做好有关课题的管理工作,督促项目主持人按时保质地完成研究工作。

附件:广东省教育科学“十二五”规划2013年度研究项目一览表



# 广东省教育厅

---

粤教高函〔2018〕179号

## 广东省教育厅关于公布2018年广东省 本科高校教学质量与教学改革工程 建设项目立项名单的通知

各本科高校：

按照《广东省教育厅关于组织开展2018年度广东省本科高校教学质量与教学改革工程项目申报推荐工作的通知》（粤教高函〔2018〕120号）安排，省教育厅组织了2018年我省本科高校教学质量与教学改革工程（以下简称“质量工程”）项目推荐工作。经学校遴选、公示及推荐，省教育厅审核、公示，现将2018年省本科高校质量工程建设项目立项名单予以公布，并就有关事项通知如下：

### 一、立项情况

确定立项建设省级在线开放课程134门、实验教学示范中心24个、大学生实践教学基地65个、教师教学发展中心2个、教学团队75个、产业学院9个、重点专业22个、特色专业64个。

此外，评审认定省级虚拟仿真实验教学中心 16 个。详细名单见附件。

## 二、项目管理

(一) 除虚拟仿真实验教学中心外，本次公布的其他类别项目项目仅为省质量工程建设项目，经学校组织建设、校内结题并通过省教育厅统一组织项目验收后，正式认定为省级项目。

(二) 省虚拟仿真实验教学中心采取直接认定的方式，自本文发布之日起五年内有效，五年后可提请重新验收评定，届时通过评定的，有效期延长五年。

(三) 项目正式实施前，请确保符合项目建设目标、建设举措、预期成果、建设进度安排等，并经科学论证，论证专家应不少于 5 人，且至少有三分之一来自外校。论证后的目标、任务等将作为项目结题验收时的重要依据。

(四) 项目日常管理委托学校主管部门负责，学校应根据项目建设周期和规定，按期统筹做好项目中期检查、校内结题验收等工作。各校质量工程建设项目管理情况，将作为学校下一年度项目立项额度的参考依据。

(五) 项目实施过程中，其名称、建设内容、建设周期、项目负责人、预期成果等发生重大变更的，需由项目负责人提出，经学校项目主管部门审核后由学校正式来函说明原因；擅自变更上述内容的，验收评定时列为不通过。

## 三、其他事项

(一) 2018 年度各校向省教育厅推荐并获得立项的项目，学校须将项目校内评审、推荐及论证相关材料妥善保存，留底备查。

(二) 项目由各校统筹本校“创新强校工程”资金及自有资金予以资助，项目获得学校资助情况将作为项目结题验收时的重要考察因素之一。如项目建设中取得具有推广价值的优秀成果，请及时形成书面材料报省教育厅高教处。

联系人：刘雨濛、李成军，联系电话：020-37626882、37629463；传真：020-37627963。

附件：2018 年广东省本科高校教学质量与教学改革工程建设项目立项名单



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

公开方式：主动公开

校对人：刘雨濛

— 4 —

特色专业立项建设项目汇总表

序号	学校名称	项目名称	项目负责人
1	中山大学	会展经济与管理	罗秋菊
2	华南理工大学	安全工程	陈国华
3	华南理工大学	行政管理	李胜会
4	华南理工大学	应用物理学	文德华
5	华南理工大学	市场营销	许治
6	华南理工大学	制药工程	叶勇
7	暨南大学	材料物理	麦文杰
8	南方医科大学	康复治疗学	黄国柱
9	广州中医药大学	药学	李淑芳
10	华南师范大学	特殊教育	马新斌
11	华南师范大学	网络工程	沈映珊
12	广东工业大学	城乡规划学	范建红
13	广东工业大学	建筑环境与能源应用工程	杨晓生
14	广东外语外贸大学	审计学	孙家和
15	广东外语外贸大学	意大利语	张海虹
16	广东财经大学	环境设计	王少斌
17	广东财经大学	翻译	曾文雄
18	广东医科大学	生物医学工程	何青
19	广东海洋大学	电气工程及其自动化	李一峰
20	广东海洋大学	软件工程	张健
21	仲恺农业工程学院	园林	刘小冬
22	广东药科大学	生物制药	徐彬
23	广州体育学院	特殊教育	侯晓晖
24	广东技术师范学院	物联网工程	陈荣军
25	广东技术师范学院	应用电子技术教育	杨舰
26	惠州学院	食品科学与工程	张卫国
27	岭南师范学院	特殊教育	郑剑虹
28	韩山师范学院	电子信息工程	袁静珍
29	广东石油化工学院	信息与计算科学	王守中
30	广东石油化工学院	食品科学与工程	张钟
31	广东第二师范学院	金融数学	黄先勇
32	广东第二师范学院	特殊教育	刘宝超
33	广州大学	特殊教育	任杰
34	广州医科大学	中西医临床医学	王新华
35	深圳大学	新闻学	黄春平
36	嘉应学院	新闻学	李俊
37	惠州学院	物流管理	张敏
38	东莞理工学院	工业设计	郭建文
39	五邑大学	计算机科学与技术	李鹤喜

此复印件仅用于2018高教本科物联网专业教改研究与实践项目申请

序号	学校名称	项目名称	项目负责人
40	五邑大学	网络工程	罗杰云
41	佛山科学技术学院	电气工程及其自动化	屈莉莉
42	佛山科学技术学院	药学	吴剑峰
43	肇庆学院	酒店管理	符兰冰
44	广东白云学院	环境设计	陈华钢
45	广州商学院	商务英语	曹利沙
46	广东东软学院	电子商务	李曼
47	广东东软学院	网络工程	张永棠
48	广州工商学院	工商管理	石昭明
49	北京师范大学珠海分校	应用统计学	侯佳
50	北京师范大学珠海分校	电子信息科学与技术	王宇
51	电子科技大学中山学院	材料科学与工程	祝辉
52	北京理工大学珠海学院	材料科学与工程	乔庆洋
53	北京理工大学珠海学院	软件工程	路良刚
54	广东工业大学华立学院	工程造价	陈新元
55	东莞理工学院城市学院	国际经济与贸易	赖忠孝
56	中山大学新华学院	电子信息科学与技术	魏爱香
57	中山大学南方学院	财务管理	张俊生
58	华南理工大学广州学院	软件工程	邓一星
59	华南理工大学广州学院	产品设计	冯敏
60	华南理工大学广州学院	会计学	李晓明
61	华南理工大学广州学院	机械工程	潘健怡
62	广东海洋大学寸金学院	音乐学	郭佃雅
63	广东技术师范学院天河学院	会计学	邢风云
64	广州大学华软软件	数字媒体艺术	金晖

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

## 团队教研成果与荣誉

[1]陈荣军、贾西平、李双贵，基于物联网技术的智能互动教室系统，中国通信学会，2016 年全国移动互联网创新大赛，高校组-硬件教学成果二等奖，2015-11

[2]陈荣军、贾西平，Hungry and Hungry，中国通信学会，2016 年全国移动互联网创新大赛，高校组教学成果二等奖，2016-10

[3]陈荣军、贾西平，基于物联网的智能停车引导系统研究与实现，中国通信学会，2016 年全国移动互联网创新大赛，高校组教学成果二等奖，2016-10

[4]陈荣军、贾西平，基于物联网的智能教室管理与智慧课堂系统的研究开发与实现，中国通信学会，2016 年全国移动互联网创新大赛，高校组教学成果二等奖，2016-10

[5]陈荣军（指导老师），基于低功耗 SoC 芯片与移动互联网技术的运动健康穿戴设备及系统，广东省 2016 年大学生电子设计竞赛，二等奖，2016

[6]陈荣军（指导老师），基于嵌入式技术的智能家居系统设计与实现，2017 “华资杯”广东省大学生计算机作品赛（本科组），二等奖，2017

[7]崔怀林（排名第一），“3+2”专升本双师型职教师资人才培养模式探索与实践，第七届广东省教学成果一等奖，2014

[8]赵慧民，梁鹏，林智勇，陈荣军，李军等，《实现数字指纹加密的视频多播传输的方法》，2017 年，国家发明专利优秀奖，国家知识产权局。

[9]赵慧民，赖剑煌，蒋业文，杨振野，蔡君，魏文国，徐小平等，《网络化压缩感知指纹安全认证关键技术及其应用》，No. B07-0-3-02-R01，2015，广东省科学技术三等奖。

[10]赵慧民（2），蔡君，魏文国等，《生物身份认证的智能管理系统及其云服务平台应用》，佛科奖【2016】025 号，2016，佛山市科技进步二等奖。

[11]陈荣军，广东省高校“千百十工程”校级培养对象，广东省教育厅，2012，09

[12]陈荣军，广东省民办教育优秀教师，广东省民办教育协会，2012，09

[13]杨智、张雨浓、陈荣军、保延翔、黄超，《以学科竞赛为驱动的拔尖人才培养模式研究》，第七届校级教学成果奖：二等奖，中山大学，2013-04

[14] 杨智、陈荣军、李宁智、苑俊英、孙明岩,《以学科竞赛为驱动力的独立学院创新人才培养模式研究与实现》,中山大学南方学院 2013 年度校级教学成果奖:一等奖,2013-02

[15] 陈荣军,《基于无线的物联智能家居控制系统》获中国电子学会颁发的 2011 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科综合组教学成果特等奖,2011 年

[16] 陈荣军,《球形自平衡车》获中国电子学会颁发的 2012 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科创新组教学成果一等奖,2012 年

[17] 陈荣军,《基于 S3C6410 的便携式电子助视器系统设计与实现》获中国电子学会颁发的 2013 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科创新组教学成果一等奖,2013 年

[18] 陈荣军、文静欢、邓世韬,《球形自平衡车》获中国电子学会颁发的 2012 年全国高校电子信息实践创新作品评选最佳创意奖,2012 年

[19] 陈荣军,《基于物联网的无线智慧小区控制系统》获中国电子学会颁发的 2013 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科综合组教学成果二等奖,2013 年

[20] 陈荣军,《具有网络功能的多路电压电流表》获中国电子学会颁发的 2013 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科基础组教学成果二等奖,2013 年

[21] 陈荣军,《基于物联网技术的智能家居系统设计与实现》获中国电子学会颁发的 2012 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科综合组教学成果二等奖,2012 年

[22] 陈荣军,《简易智能小车》获中国电子学会颁发的 2011 年全国高校电子信息实践创新作品评选本科基础组教学成果二等奖,2011 年

[23] 邓世韬、文静欢、陈荣军(指导老师),《单足自平衡机器人》获意法半导体公司颁发的 2011 年中国 iNEMO 校园创意大赛全国二等奖,2011 年

[24] 邓世韬、冯嘉升、李锐锐、陈荣军(指导老师),《多功能家居机器人》获省科技厅、省教育厅、团省委颁发的广东省首届大学生电子创新设计大赛一等奖,2011 年

[25] 许嘉龙、罗文聪、唐子强、陈荣军(指导老师),《基于无线的物联网络

控制的智能家居》获广东省教育厅颁发的广东省大学生电子设计竞赛 2010 年智能家居专题竞赛广东省一等奖，2010 年

[26] 庞洲兴、莫嘉永、林晓俊、**陈荣军**（指导老师），《基于物联网的智能家居控制系统》获广东省教育厅颁发的广东省大学生电子设计竞赛 2012 年智慧城市专题竞赛广东省二等奖，2012 年

[27] **陈荣军**，《基于物联网的智能家居控制端设计》，广东省计算机学会，2012 年广东省“粤嵌杯”大学生嵌入式与物联网设计大赛（指导老师），一等奖 1 项，2012 年

[28] **陈荣军**，《基于嵌入式技术的智能商铺网络监控系统设计与实现》，广东省计算机学会，2012 年广东省“粤嵌杯”大学生嵌入式与物联网设计大赛（指导老师），三等奖 1 项，2012 年

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

基于物联网技术的智能互动教室系统荣获2015年全国移动互联网创新大赛 高校-硬件 组教学成果 二 等奖。特颁此证，以资鼓励。

获奖单位：广东技术师范学院  
获奖者：陈荣军 贾西平 李双贵



此复印件仅用于2018高职本科物理网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

*Huangry and Hunry* 荣获 2016 年全国移动互联网创新大赛

高校 组教学成果 二 等奖。特颁此证，以资鼓励。

获奖单位：广东技术师范学院

获奖者：陈荣军、费西平



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

基于物联网的智能停车引导系统研究与实现 荣获  
2016年全国移动互联网创新大赛高校组教学成果三等奖。特颁  
此证，以资鼓励。

获奖单位：广东技术师范学院  
获奖者：陈荣军、费西平



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

基于物联网的智能教室管理智慧课堂系统的研究  
开发与实现 荣获 2016 年全国移动互联网创新大赛 高校 组教学  
成果 三 等奖。特颁此证，以资鼓励。

获奖单位：广东技术师范学院  
获奖者：陈崇军、费西平



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

广东省大学生电子设计竞赛  
——2016年健康电子专题

**获奖证书**



**三等奖**

获奖单位 广东技术师范学院

获奖队员 刘杰、罗家乐、麦文骅

指导教师 陈荣军、贾西平



广东省教育厅 全国大学生电子设计竞赛  
广东省赛区组委会

二〇一六年九月

# 奖状

2017“华资杯”广东省大学生  
计算机作品赛暨泛珠三角+大  
学生计算机作品赛广东赛区  
选拔赛(本科组)

获奖项目： 基于嵌入式技术的智能家  
居系统设计与实现  
获奖等级： 二等奖  
获奖者： 郑焕华  
指导老师： 陈荣军  
获奖学校： 广东技术师范学院

广东省计算机学会

二〇一七年六月十一日

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教学改革研究与实践项目申请

获奖成果：“3+2”中外合作办学课程  
《管理人才培养模式探索与  
实践》

获奖者：王永生、刘其东、梁文利、  
张怀林、陈伟、刘颖娜

获奖等级：一等奖

证书号：2014082



第七届广东教育教育成果奖  
(高等教育)

获奖证书



为表彰广东省科学技术奖获得者，特颁发此证书。

# 广东省科学技术奖励

项目名称：网络化压缩感知数据安全认证关键技术及其应用

奖励等级：三等奖

# 证书

获奖者：赵慧民



粤府证：(2018) 1638号  
项目编号：H07-2017-22-00H

此复印件仅用于2018年本科物联网专业教改研究与实践项目申请



# 中国专利优秀奖

中华人民共和国国家知识产权局  
STATE INTELLECTUAL PROPERTY ADMINISTRATION OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

名称 汉字超短加密的社群多播传输方法

专利号 ZL201310074499.6

发明人 赵慧斌 吴鹏 林智勇 陆松军  
李军 朱玉 陈小坤

申永雨

中华人民共和国国家知识产权局局长

北京 2017年12月



佛山市科学技术奖励

证书

为表彰佛山市科学技术奖获得者，

特颁发此证书。

证书号：佛科奖字（2016）025号

项目名称：生物身份认证的智能管理系统及其  
云服务平台应用

完成人：赵慧民(2)

奖励等级：贰等奖

所属单位：广东技术师范学院



# 广东省教育厅

粤教师函〔2012〕118号

## 广东省教育厅关于公布广东省高等学校 “千百十工程”第五批先进团队和先进个人、 第六批继续培养对象和第七批 培养对象名单的通知

各高等学校：

根据《广东省高等学校“千百十工程”实施办法》（粤教人〔2003〕151号）和有关要求，今年上半年，各高校组织开展了“千百十工程”第五、六批培养对象的考核及第七批培养对象的推荐工作。经省教育厅组织专家遴选并公示，现对我省高校“千百十工程”第五批先进团队和先进个人，同意继续培养的第六批培养对象，新遴选的第七批培养对象名单予以公布，并就进一步办好我省高校“千百十工程”建设提出如下意见。

一、高度重视“千百十工程”建设。“千百十工程”是我省高等学校中青年人才培养工程，实施以来取得显著成效。各校要结合我省“高等教育创新强校工程”和“强师工程”建设，认真总结经

298

验，调整理顺工作思路，系统地做好本校的教师培养规划；要充分借助国家和省级的各种人才培养措施，做好分层分级培养计划，提高人才培养效益，让更多中青年教师获得培养机会，为优秀中青年教师成长提供良好的发展平台。

二、加大对“千百十工程”培养对象支持力度。省教育厅将新遴选的第七批省级以上培养对象择优给予项目经费支持。各高校也要进一步加大教师队伍建设和专项经费的投入，采取多种切实可行的措施，加大对培养对象的支持力度。要根据学校特色及学科建设需要，积极改善“千百十工程”培养对象和研究团队的工作条件，提高学校教学和科研的管理服务水平。要积极支持培养对象到国内外高水平大学访学，积极支持培养对象参与校校间、校企间等多种形式的协同研究或开发，采取多种方式培养创新型优秀青年人才，促进中青年教师开展原创性研究。

三、加强对“千百十工程”培养对象的管理。各高校要与遴选出的“千百十工程”级以上培养对象签订培养协议书，具体确定培养目标、培养期内双方的权利与责任；加强对“千百十工程”培养对象的跟踪管理，实施培养对象定期报告制度。培养协议书要及时报省教育厅备案。

- 附件：1. 广东省高等学校“千百十工程”第五批先进团队名单  
2. 广东省高等学校“千百十工程”第五批先进个人名

单

3. 广东省高等学校“千百十工程”第六批继续培养对象和第七批培养对象名单



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

300

附件3

广东省高等学校“千百十工程”

第六批继续培养对象和第七批培养对象名单

一、中山大学

第六批继续培养对象

国家级(5人): 麻国庆、颜立新、高国全、邹学尧、曾木圣

省级(20人): 于海涌、周欣悦(女)、熊明、宋俊华、孙九霞(女)、何艳玲(女)、帅心涛、殷朝阳、吴加学、王成新、栾天罡、刘晓春、姚楠(女)、周洁(女)、夏敏、李劲松、王冠蕾(女)、耶明、徐瑞华、谢丹

校级(58人): 何诗海、黎国楷、孙宏云、林英(女)、黄敏、任远、傅科、杨子晖、谢进杰、黄、曾晓阳(女)、刘玉宇(女)、郭忠华、刘亚平(女)、梁玉成、柳(女)、陈玉罡、龙柏林、张新萍(女)、张洋、王学钦、戴欣、先军、李朝红、姚进新、郑跃、恭铭、张杰鹏、陈旭东、匡佳东、周素红(女)、刘小平、孟凡刚、汤叶涛、王正海、郭金虎、郭、黄立南、胡建(女)、任杰、龚文平、付晓东、吕志跃、林(女)、金字(女)、欧田苗(女)、谢智勇、刘可(女)、刘克玄、(女)、于风燕(女)、唐亚梅(女)、甘小亮、柳夏林(女)、罗燕(女)、吴小剑、刘文锁、张强

第七批培养对象

国家级(7人): 刘森林、曹家敏、毛宗万、周翠英(女)、项鹏、何明、黄扶邦

省级(22人): 张均、吴滔、张鹏、徐现祥、宋海清、田宇、朱书尚、李高仁、欧阳钢锋、余峻聪、张鹏、王雷梅(女)、朱庆勇、周家国、杨霞(女)、王磊、张琪(女)、王智、麦海强、李立、王晋

校级(77人): 黄志权、商昌珍、刘慧(女)、汪国营、李坚、

第七批培养对象

校 级(2人): 余先玲(女)、贺桂娇(女)

七十八、广州城建职业学院

第七批培养对象

校 级(1人): 周晖(女)

七十九、广州华夏职业学院

第七批培养对象

校 级(4人): 杨磊、窦涛、刘小晨(女)、王青

八十、广东司法警官职业学院

第六批继续培养对象

校 级(1人): 郑文姬

第七批培养对象

校 级(1人): 黄少荣(女)

八十一、吉林大学珠海学院

第六批继续培养对象

校 级(6人): 文、王婧(女)、李博昊(女)、刘向阳、王建康、傅晓阳

第七批培养对象

校 级(2人): 东庆、孙妍(女)

八十二、中山大学南方学院

第七批培养对象

校 级(5人): 扶涛、陈荣军、苑俊英(女)、吴雅菲(女)、张玉

八十三、广东外语外贸大学南国商学院

第七批培养对象

校 级(16人): 朱子江、陈水勇(女)、朱惠(女)、戴江(女)、张西艳(女)、付丹(女)、吴宇嫻(女)、李燕玲(女)、吴丽(女)、尹雪艳(女)、

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请



李政、陈书星、杨媛媛(女)、关翩翩(女)、吴新玲(女)、文佑云(女)

八十四、广东商学院华商学院

第七批培养对象

校 级 (6人): 袁仕海、吴玲(女)、赵慧琴(女)、廖珍杰、雷彩明、李远飞

八十五、广东技术师范学院天河学院

第六批继续培养对象

校 级 (1人): 林雁飞(女)

第七批培养对象

校 级 (9人): 朱亚峰(女)、沈悦英(女)、毛(女)、湛旗、陈朝大、于江丽(女)、刘小丽(女)、董伟、曾本君

八十六、北京理工大学珠海学院

第七批培养对象

校 级 (1人): 黄宝山

八十七、北京师范大学珠海分校

第七批培养对象

校 级 (2人): 赵(女)、吕成

八十八、电子科技大学中山学院

第七批培养对象

校 级 (1人): 刘萍(女)

八十九、北京师范大学-香港浸会大学联合国际学院

第七批培养对象

校 级 (1人): 汤绍龙

公开方式: 主动公开

# 获奖证书

获得者：陈卓军：

荣获第

多功能智能家居

五届广东大学生科技节之

首届大学生自主创新设计大赛

奖。

指导教师组

指导老师：陈卓军。

特发此证，以资鼓励。



2011年7月

# 证书

荣获广东省大学生电子设计竞赛—  
2010年智能家居专题竞赛广东省一等奖  
特颁此证。

参赛作品  
ENTRIES  
基于无线物联网控制的  
智能家居

参赛学校  
UNIVERSITY  
中山大学南方学院

参赛队员  
TEAM MEMBERS  
许嘉龙 罗文聪 唐子强

指导教师  
SUPERVISOR  
陈荣军

CERTIFICATE  
is honored  
with the  
Prize for Guangdong Province Under-  
graduate Electronic Design Contest — 2010 Smart  
Home Electronic Design Competition.



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

基于无线的物联网智能家居控制系统 荣获二零一一年  
全国高校电子信息实践创新作品评选 本科综合 组教学成果  
特等奖。特颁此证，予以鼓励。

获奖单位：中山大学南方学院

获奖者：陈荣军



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教研改研究与实践项目申请

# 获奖证书

2014年 第一届全国大学生物联网设计竞赛 (TI 杯)

2014 The First National Undergraduate IoT Design Contest (TI Cup)

华南赛区 一等奖

Honored with 1st Prize in South China Division

参赛学校

UNIVERSITY

参赛队员

TEAM MEMBERS

指导教师

SUPERVISOR

中山大学南校区

李承霖

谢达开

岑金源

汤俊杰

陈荣军

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会

全国大学生物联网设计竞赛组委会

二〇一四年八月

# 荣誉证书

陈荣军同志被评为广东省民办教育

优秀教师，特发此证，以资鼓励。



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

球形自平衡车 荣获二零一二年全国高校电子信息实践创新  
作品评选 创新 组教学成果 一等奖。特颁此证，以资鼓励。

获奖单位：中山大学南方学院  
获奖者：陈崇军



中国电子学会  
二零一二年十月二十八日

309

此复印件仅用于2018高职院校本科教学网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

基于SSC6410的便携式电子助视器系统设计与实现  
荣获二〇一三年全国高校电子信息实践创新作品评选 创新组  
教学成果 一 等奖。特颁此证，以资鼓励。

获奖单位：中山大学南方学院

获奖者：陈荣军 招智



二〇一三年十月二十八日

# 荣誉证书

邱威民 庞洲兴 鞠依勤 同学荣获二〇一一年全国大学生电子设计竞赛广东省赛区(本科组)二等奖。

特颁此证。

指导教师：陈荣军 李宁智 杨



二〇一一年十二月

此复印件仅用于2018高职院校物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

刘良哲 叶东利 林志东 同学荣获二〇一一年全国大学生  
生电子设计竞赛广东省赛区(本科组)二等奖。

特颁此证。

指导教师：陈荣军 李宁智 杨智



此复印件仅用于2018高教本科物联网专业教改研究与实践项目申请

# 荣誉证书

关梓恩 李玉欣 王海锋 同学荣获二〇一一年全国大学生电子设计竞赛广东省赛区(本科组)二等奖。

特颁此证。

指导教师：陈荣军 李宁智 杨



# 获奖证书

贺杰 黄家晖 梁建锋 同学荣获二〇〇九年全国  
大学生电子设计竞赛广东省赛区（本科组）二等奖。

特颁此证。

指导教师：陈荣军

粤教电证字〔2009〕2061



二〇〇九年十一月

314

# 证书

荣获广东省大学生电子设计竞赛——  
2012年智慧城市专题竞赛广东省二等奖  
特颁此证。

参赛作品 基于物联网的智能家居控制系统  
ENTRIES

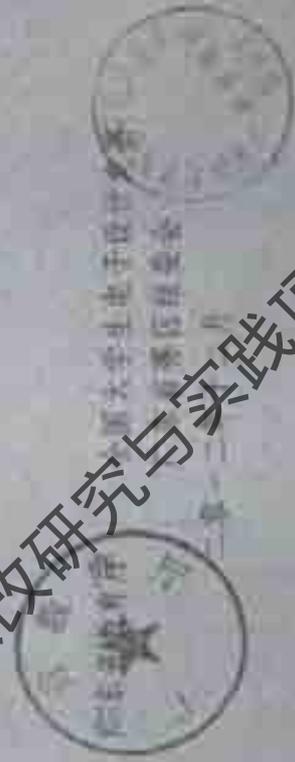
参赛学校 中山大学南方学院  
UNIVERSITY

参赛队员 庞州兴 莫嘉永 林晓俊  
TEAM MEMBERS

指导教师 陈荣军 杨智 何伟宏  
SUPERVISOR

## CERTIFICATE

This is to certify that Mr./Miss \_\_\_\_\_ is honored with  
the \_\_\_\_\_ Prize for Guangdong Province Undergraduate  
Electronic Design Contest — 2012 Smart City Electronic  
Design Competition.



此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教学改革研究与实践项目申报

此复印件仅用于2018高职院校本科物理网专业教学改革研究与实践项目申请

# 荣誉证书

林泽铨、周栋浩、黄渠港 同学荣获  
二零一三年全国本科学子设计竞赛广东省赛区  
(本科组)

## 一等奖

特颁此证。

指导老师：陈荣军、何伟宏、杨智

全国大学生电子设计竞赛  
广东省赛区组委会  
二零一三年十一月



# 荣誉证书

陈可儒、邹港斌、郑常维 同学荣获  
二零一三年全国大学生电子设计竞赛广东省赛区  
(本科组)

一等奖

特颁此证。

指导老师：陈荣军、原伟、杨智

全国大学生电子设计竞赛  
广东省赛区组委会  
二〇一三年十一月

此复印件仅用于2018高教本科物理网专教发研究与实践项目申请

# 荣誉证书

邢楚勤、肖林军 同学荣获  
二零一三年全国大学生电子设计竞赛广东省赛区  
(本科组)

一等奖

特颁此证。

指导老师：陈荣军、何伟宏、杨智

全国大学生电子设计竞赛委员会  
广东省赛区第十一届  
二零一三年十一月

此复印件仅用于2018高邮本科物联网专业教学改革研究与实践项目申请

## 本项目团队发表的专业相关教研论文

- [1] 杨智, **陈荣军**, 许清媛, 苑俊英, 陈海山. 电子信息类卓越工程师培养模式探讨[J]. 武汉大学学报(理学版), 2012, 58(S2): 9-12.
- [2] **陈荣军**, 林丞匡. 锐捷与思科实验 RACK 的兼容问题分析与研究[J]. 电脑知识与技术, 2011, 7(31): 7608-7609+7612.
- [3] 朱立, 赵慧民, 雷志平. 超越象牙塔, 培养高水平的 DSP 技术人才[J]. 实验技术与管理, 2005(02): 92-95.
- [4] 廖秀秀, 张倩. 操作系统课程教学方法研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2017(19): 217-218+221.
- [5] 陈小玲, 赵慧民, 魏文国. 压缩感知理论下扩展迭代重加权最小二乘算法的性能分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2014, 53(02): 23-28.
- [6] 崔怀林, 萧化昆, 杨云川, 谢赞福, 李志舜. 通用一体化仿真平台软件的设计与实现[J]. 系统仿真学报, 2004(03): 436-440.
- [7] 谢凯, 谢舜道, **陈荣军**, 谭洪舟. 一种基于 FPGA 的 IPv6 主机数据传输模块设计[J]. 电子设计工程, 2013, 21(19): 5-8.
- [8] **陈荣军**, 刘松劲, 谭洪舟, 丁颜玉. 基于 LEON3 的 SoC 平台搭建与流水灯控制验证[J]. 电子设计工程, 2013, 21(04): 8-10.
- [9] **陈荣军**, 谢舜道, 谭洪舟, 李飞, 杨宇杰. 一种基于 Select 函数的嵌入式网络通信信息转发机制设计[J]. 电脑知识与技术, 2013, 9(01): 25-28+34.
- [10] **陈荣军**, 钟秀媚, 谭洪舟, 丁颜玉. 一种基于 FPGA 的 SDRAM 数据读取方法设计[J]. 电脑知识与技术, 2012, 8(36): 8796-8798.
- [11] **陈荣军**, 罗文聪, 郑林彬, 许嘉龙. 基于无线的物联智能家居控制系统设计[J]. 电子技术应用, 2012, 38(05): 142-144+148.
- [12] 崔怀林. 网络环境下基于问题学习的专题教学设计与实践[J]. 广东技术师范学院学报, 2005(04): 71-74.
- [13] 崔怀林. 南洋理工学院办学成功经验及其启示[J]. 广东技术师范学院学报, 2010, 31(05): 104-106.
- [14] **陈荣军**. 任务驱动法在 A/D 转换接口教学中的应用[J]. 科技资

讯,2009(24):201.

[15] 崔怀林. 网络环境下基于问题学习的专题教学设计与试验[J]. 职业技术教育,2005,26(32):68-71.

[16] 崔怀林,向军,李军,李志舜. 基于网络环境的电路与电子学教改试验研究[J]. 电气电子教学学报,2006(01):85-90.

文章编号: 1671-8836(2012)S2-0009-04

# 电子信息类卓越工程师培养模式探讨

杨 智<sup>1,2</sup>, 陈荣军<sup>2</sup>, 许清媛<sup>2</sup>, 苑俊英<sup>2</sup>, 陈海山<sup>2</sup>

(1. 中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510006;

2. 中山大学 南方学院, 广东 广州 510970)

**摘 要:** 根据国家培养卓越工程师的要求, 探讨了电子信息类卓越工程师的培养标准与内容, 提出了校企深度合作培养卓越工程师的模式. 从低年级学生中选拔有学习激情、自学能力强、善于思考的优秀本科生组成卓越工程师班, 在信息学科校企卓越工程师培养教学指导委员会指导下, 制定拔尖人才培养方案, 加强学生的实践和创新能力培养, 采用“3+1”的校企培养模式并通过学科竞赛等手段, 使学生在保证学科基础理论学习的同时, 突出工程师实践能力的培养, 充分发挥学生的主观能动性, 培养学生创新能力和独立分析问题、解决问题的能力, 从而达到学以致用并完成卓越工程师的基本训练.

**关 键 词:** 电子信息类专业; 卓越工程师; 创新能力; 实习实训

中图分类号: G 642 文献标识码: A

## Teaching Mode Research on Excellent Engineer Training of Electronic Information

YANG Zhi<sup>1,2</sup>, CHEN Rongjun<sup>2</sup>, XU Qingyuan<sup>2</sup>, YUAN Junying<sup>2</sup>, CHEN Haishan<sup>2</sup>

(1. School of Information Science and Technology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, Guangdong, China;

2. Nanfang College, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510970, Guangdong, China)

**Abstract:** According to national requirements of training excellent engineers, some electronic information excellent engineers training standard and content is discussed and a cultivating mode of profound cooperation between college and enterprise is proposed in this paper. First, select the junior undergraduate students with learning passion, self-learning ability, good thinking logic to compose the excellent engineer training class. Then under the guidance of steering committee by information science college-enterprise excellent engineers teaching, the top-notch talented person training program is developed to strengthen students' practice and innovative ability training. By "3+1" college-enterprise training pattern and subject contest, as well as the basic theory learning and prominent engineering practice, we give full play to students' initiative, cultivating students' innovating ability, independent problem-analysis and solving ability of different issues, so as to achieve excellent learning and the basic training of excellent engineers.

**Key words:** electronic information specialty; excellent engineers; innovation ability; practice and training

### 0 引 言

服务社会是高等教育主要职能之一, 这就要求我们在理论教学的同时, 更要注重学生实践能力的培养, 为国家培养合格有用的人才. 目前, 探索“卓越工程师”教育培养模式是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》的重要举措, 即高等院校需培养大批接受良好工程教育, 具有坚实基本工程素养

和卓越创新能力的未来工程师是国家走新型工业化道路、建设创新型国家战略目标的必然要求<sup>[1,2]</sup>. 因此, 研究如何在教学中培养学生系统的、综合的实践能力, 实现与用人单位“零距离”对接, 达到卓越工程师的基本训练, 可以又好又快地发挥大学专业知识于实际工作中是十分重要的.

众所周知, 电子信息技术普遍存在于人们的日常生活, 以及各行业企业中为产品的生产与加工服务. 按照行业特点, 作者认为通常卓越电子信息类工

收稿日期: 2012-07-15

作者简介: 杨 智, 男, 教授, 现从事复杂系统建模与控制研究. E-mail: issyz@mail.sysu.edu.cn

程应具备的能力是:① 熟悉国家电子电气标准图库;② 电子电路仿真软件的使用;③ 各类信号测量的传感器性能与应用;④ 各种电子电气元件的选型、电子电路线路的设计与工程 CAD 制图;⑤ 电子电气设备的安装、调试及运行管理;⑥ 单片机与嵌入式系统设计;⑦ 软件与数据库基础能力;⑧ 网络通信技术;⑨ 电子产品设计初步等。显然,要达到一个合格电子信息类工程师所具备的能力,仅依靠在高等院校的常规学习是不可能的,只有学生在企业或基本满足生产需求的电子信息类实习实训基地经过有在企业实际工程项目设计与管理经验工程师的指导下方可实现,但信息技术类专业学生的实习实训问题一直困扰各高等院校,主要表现在目前各制造类生产企业由于安全生产、后勤服务、市场经济等诸多因素的影响不能有效的接收众多的学生去企业实习。为此,笔者在我校信息学科校企卓越工程师人才培养指导委员会的指导下,制定了较合理的卓越电子信息类工程师人才培养方案,首先从一年级第一学期末开始在学校电子类各专业学生中选拔有学习激情、自学能力强、善于思考的优秀本科生组成卓越工程师班,采用“3+1”的校企培养模式<sup>[3,4]</sup>,使学生在保证学科基础理论学习的同时,突出电子信息类工程师实践能力的培养,充分发挥学生的主观能动性,培养学生创新能力和独立分析问题、解决问题的能力,从而达到学以致用用的卓越电子信息类工程师的基本训练与培养。

## 1 电子信息类卓越工程师培养模式

### 1.1 建立校企合作的卓越工程师人才培养指导委员会

为了适应卓越工程师人才培养的要求,我们将信息学科带头人和双师型技术骨干作为领军人,同时聘请了其他高校的教授和行业的高级工程技术人员组建了电子信息类卓越工程师人才培养指导委员

会,该委员会负责审议、推进卓越电子工程师、卓越软件工程师发展规划、人才培养方案(行业标准)、教学计划、实习实训方案等,对创新应用型卓越工程师培养的建设方案、教育教学改革和卓越电子类工程师人才培养标准和内容提出意见和建议,聘请知名专家学者和企业优秀工程技术人员开设专题讲座与培训,开拓学生的知识面,营造良好的学术氛围和企业环境。

### 1.2 “3+1”卓越电子信息类工程师人才培养方案

针对创新型与应用型人才培养需求,面向实践和应用,在保证基础理论课程学习的基础上,注重实践和实训课程的开展。通过建设一个包括数学物理基础、通识教育在内的精选核心课程体系,优化整合电子信息学科基础和专业课程,体现地域特色,科学教育与工程训练并重,倡导启发研究型、应用型教学的课程体系,达到卓越工程师基本素质和从事一定的科学研究与项目开发的能力,并且以学生为本,推行探究式、协作式、讨论式的学习方式,基础知识学习与自主探索相结合的教育教学体系;加强实践教学环节,充分利用校企合作,企业实训等特色训练从而达到卓越工程师人才培养的目标<sup>[5]</sup>。遵循教育部“行业指导、校企合作、分类实施、形式多样”的原则,创立高校与行业、企业联合培养人才的新机制,创新工程教育的人才培养新模式,制订“3+1”的卓越电子信息类工程师人才培养方案(如表 1)。

第一学年主要进行基础与通识课程学习;第二学年完成工程技术基础课程;第三学年根据个人兴趣和志向选择开设的与各专业方向相关的课程,主要包括专业基础课及课程实验、工程实训和职业培训;第四学年到相关的企业参加实训、实习,在企业或校内完成毕业设计几个环节,配备校内校外双导师,与知识体系的培养并行进行的是能力培养过程,与理论知识同步进行工程实践、动手能力的培养,始终坚持以工程的方式组织和要求实验、实训

表 1 电子信息类卓越工程师人才培养实施方案

课程体系	卓越电子工程师	卓越软件工程师
卓越工程师方向课程 (配备校内校外双导师) (三年级在校内实训,四年级直接在企业实习、做毕业设计项目)	1) 电子系统设计工程实训 2) 嵌入式技术工程实训 3) 3G 移动通信技术工程实训 4) 物联网工程技术实训 5) 电子工程项目实训	1) Web 系统开发工程实训 2) 软件与数据库开发工程实训 3) 网络工程设计实训 4) 移动互联工程实训 5) 软件测试实训
卓越工程师素质课程(三年级) (企业界精英、专家讲座等)	职业科学与工程素养提升课程(配备职业规划指导老师)	
工程技术基础课程(二年级)	电子线路设计技能(学科竞赛训练);工程技术设计基础技能训练;软件编程技能(学科竞赛训练)	
基础理论课程(一年级)	应用数学类课群;软件编程基础课群;电子基础课群	

和学科竞赛,不断提高学生的工程能力、团队合作能力、实践能力和独立解决问题的能力.

为了适应卓越工程师培养模式,我们将培养核心放在工程实践教学环节,对工程实践教学进行了合理设置.实践教学体系的设置以“强能力、以创新

能力和应用能力培养为导向”为指导原则,采取“紧贴就业市场、校企互补”的方式,设置实践教学体系包括:基础实践环节,校企合作实训环节,在课余时间组织和引导学生进行学科竞赛、参加含金量比较高的认证考试(见图 1).

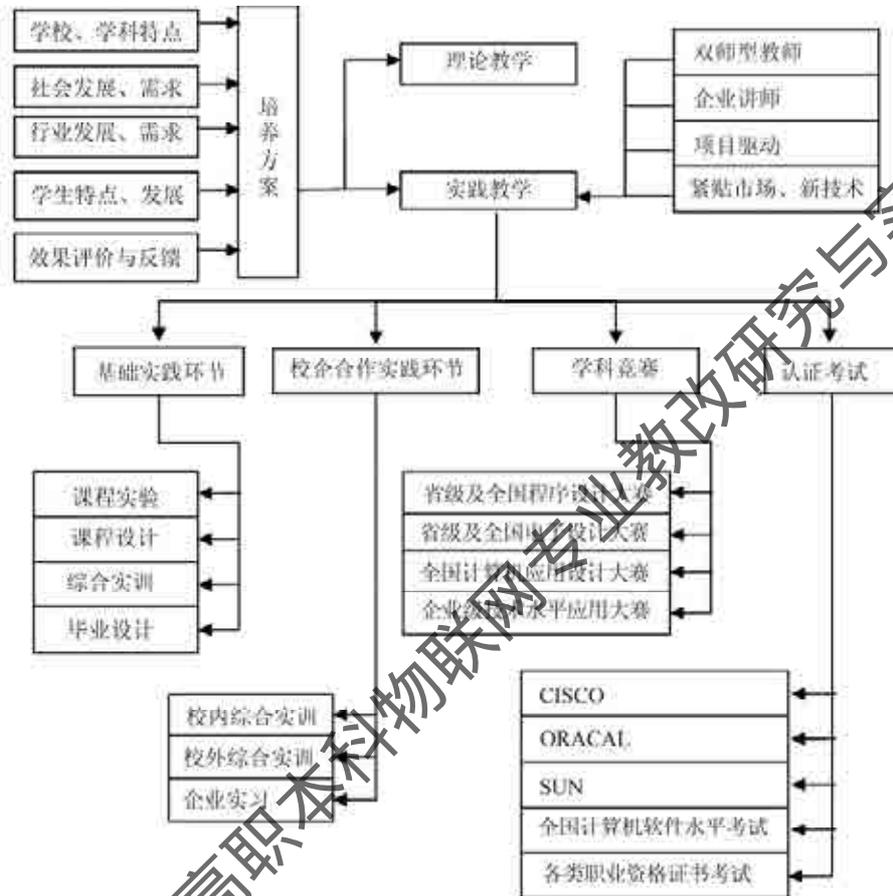


图 1 卓越工程师的核心培养方案

① 基础实践教学. 基础实践教学环节主要包括课程实验、课程设计、综合实训和毕业设计各模块. 在卓越工程师培养模式下, 如何使教学内容与企业发展、学科发展及新技术的发展相协调, 使学生所学知识在实践中有所展现, 对教学内容、教学方法、任课教师等各方面提出了很大的要求.

① 教学内容与企业需求相结合, 及时更新授课内容, 合理设置教学内容, 将新技术、新方法应用到实践中, 使学生及时了解专业及技术走向, 并在实践过程中定位自己的兴趣跟志向.

② 教学方法采用项目驱动法, 将企业具体的项目引入到课堂, 按照项目的整个流程训练学生综合实践、团队合作及解决实际问题的能力.

③ 任课教师由有项目经验的“双师型”教师担任, 选派优秀的青年教师到企业中接受锻炼, 学习企

业的新技术, 了解企业对毕业生的需求, 以便合理设置教学内容.

② 校企合作实践教学. 在综合实训、企业实习、认证考试、毕业设计等实践环节上, 我们与企业结合, 共同培养学生. 综合实训分两种形式: 将企业讲师引入到校内实训基地和将学生输入到校外实训基地. 在第四学年, 我们为学生提供合作企业的实习信息, 由学生根据自己的兴趣和志向自由选择实习单位和职位.

第四学年一开始就进入毕业设计阶段, 系里组织毕业设计选题会, 由负责老师为学生介绍毕业设计选题要求、毕业设计规章制度、毕业设计进度等内容. 其中毕业设计选题可以由校内教师出题, 也可由具有中级以上职称的企业专业技术人员出题, 学生在自由选择题目的前提下最终确定选题名单, 根据

选题结果,学生可在校内实训基地、校外实训基地完成毕业设计工作。

③ 学科竞赛. 学科竞赛是学生综合素质的展现,学生的综合能力和素质也是企业、社会对大学毕业生的基本要求. 目前,我系学生参加的全国及省级程序设计大赛、全国及省级电子设计大赛、全国计算机应用设计大赛、各类企业级技术应用大赛等学科竞赛极大促进了教学改革,这将有助于电子信息类卓越工程师人才的培养,最终体现学院创新型、应用型、实用型人才培养理念。

④ 认证考试. 在第三学年和第四学年,学生在自愿的前提下,参加合作企业的认证考试,如:电子电气工程师认证、自动化工程师认证、思科、ORACLE、全国计算机软件水平考试等各种高端认证证书直接体现了学生的就业能力,为学生就业与发展提供了竞争依据。

### 1.3 校内工程师培养专业实验室建设

在注重基础教学和素质教育的同时我们多次进行了电子信息类专业人才培养方案和教学计划的特色修订,增加了专业选修课与实践课程的比例,旨在培养学生的专业实践能力、应用能力和创新精神. 除课程实验外,还安排了一系列单独设置的独具特色的实践性教学环节,包括电子工艺实训、电子电路仿真与 CAD 制图实训、电子线路设计实训等环节. 在学校的大力支持下,现已建立了电工与电路实验室、电子技术实验室、单片机/嵌入式系统实验室、电气与 PLC 综合实训基地等 10 多个专业实验室. 实践性教学面积达 5 000 平方米,实验设备充足,基础实验可以每人一套实验设备,专业实验可以 2 人一套设备,专业建设经费每年大于 300 万元,图书资料较齐全。

### 1.4 卓越工程师校外实习实训基地建设

我校 2008 年就与广州市花都区联合成立了“中山大学花都区国光电子与通信研究院”;日本欧姆龙自动化有限公司 2009 年捐赠 120 万成立了传感器与 PLC 自动化网络控制实验室;还有美国 TI 公司资助建立数字信号处理实验室;与 Cisco 公司合作建立的 Cisco 网络学院并以中山大学科技园为依托,为学生进一步实践实训提供了广大的舞台. 除此之外目前还同广州电器科学研究院,广州中星网络有限公司,深圳亿道电子有限公司,广州巨匠培训集

团,广州腾科网络技术有限公司,广州达内科技集团,广州拓胜公司,香港永亚软件学院——珠海实训基地,广东鑫艳电器有限责任公司等数十家企业建立校企合作. 并长期和广东省信息实业有限责任公司、广州电器科学研究院、广州地铁、广东格力、广东美的、广州本田、镇泰集团以及国际著名欧姆龙、西门子、通用电气、施耐德电气、松下电器等多家跨国公司保持着密切的联系。

## 2 结束语

我校一直秉承培养卓越创新型、应用型人才的理想,在遵循教育规律的同时,更加注重对学生学习能力、实践能力、创新能力和应用能力的培养,使培养的学生更符合社会经济发展的需求,与企业零距离对接,方便就业. 特别是以学科竞赛带动学习和竞争,形成良好学风,学生能力培养的教学模式已初步实现并见成效. 例如 2007 年的全国电子设计大赛,取得了两项全国一等奖的好成绩;2009 年的全国电子设计大赛,我校参赛队伍在全省 59 所参赛学校中排名第三,2011 年的全国电子设计大赛中参赛队伍在全省 50 所参赛学校中获省级一等奖 5 项,获奖数量全省排名第一. 由此可见,以赛带面、以赛带学、以赛促教是培养学生动手能力、实战能力、团队合作能力和卓越应用能力,提高学校核心竞争力的好途径. 通过学科竞赛和校内外实训基地等途径培养了学生的综合应用实践能力和团队合作精神,最终可使学生达到一个卓越电子类工程师的培养要求。

### 参考文献:

- [1] 林健. 谈实施“卓越工程师培养计划”引发的若干思考[J]. 中国高等教育,2010,(17):30-32.
- [2] 汪泓. 打造卓越工程师摇篮,培养应用型创新人才[J]. 中国大学教育,2010,(8):9-10.
- [3] 刘建兴. 面向卓越工程师培养目标的双师型教学模式[J]. 中国冶金教育,2012,(1):46-50.
- [4] 刘伟,贺晓蓉,贺娟. 电气工程及其自动化专业卓越工程师培养模式探讨[J]. 中国电力教育,2012,(6):58-59.
- [5] 单希林. 以卓越工程师培养计划为契机——培养高水平应用型工程技术人才[J]. 中国科教创新导报,2012,(4):105-106.

□

## 实验教学研究

## 超越象牙塔,培养高水平的 DSP 技术人才

朱立<sup>1</sup>,赵慧民<sup>2</sup>,雷志平<sup>3</sup>(佛山科学技术学院:1. 信息与教育技术中心;2. 机电学院,广东佛山 528000  
3. 中山大学电子与信息工程系,广州 510275)

**摘要:** DSP 技术课程的教育、课程建设和实践,需要紧紧抓住前沿科学技术的发展与工程实践应用的结合,要注重学生的创新能力和工程素质的培养,这样才能培养出产业界急需的 DSP 工程师和 DSP 系统设计师, DSP 技术人才才能真正应用于科技发展的需要,才能承担起数字化时代的社会责任。

**关键词:** DSP 技术; 工程素养; 人才培养; 技术发展

**中图分类号:** TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-4956(2005)02-0092-04

以信息高速公路为标志的信息化,已成为社会发展的必然大趋势。信息化是以数字化为背景的,而数字信号处理技术 DSP(Digital Signal Processing)则是数字化最重要的基本技术之一。信息化的进程和计算科学与技术、大规模集成电路技术、信号处理理论与方法等的迅速发展,为 DSP 技术提供了广阔的发展空间和坚实的技术基础。

DSP 的广泛应用,对技术人员的创新能力和工程素质提出了较高的要求。佛山科学技术学院是广东省和佛山市信息工程技术人才的重要培养基地,在 DSP(数字信号处理)课程的教学设计和建设中需要特别关注学生的创新能力和工程素养的提高,这也是目前工科教学改革的重要方向之一。

数字化的浪潮正在席卷全球,DSP 数字信号处理作为数字化最重要的基础技术之一,无论在其应用的广度还是深度方面,都正以前所未有的速度向前发展。对于其重要意义与发展前景,无论怎样估计都不为过。DSP 技术的发展,正日益受到科学技术界与工程界的极大关注。随着 DSP 技术应用的日益广泛,产业界对掌握 DSP 技术人才的需求也变得甚为迫切。我国在加强专利技术申请保护和知识产权保护的同时,运用 DSP 技术实现应用产品的核心技术正是知识产权保护研究必经途径之一<sup>[2]</sup>。

## 1 DSP 技术及数字化时代的要求

传统的数字信号处理课程只讨论算法的理论推导,基本上不涉及算法的实现方法以及相关的软硬件设计技术,这和产业界对人才的需求相去甚远。我们设计与建设 DSP 技

收稿日期:2004-04-12

作者简介:朱立(1969—),女,实验师。

术课程以及实验研究室的目的是,和国内外学术界和工程界全面合作接轨,站在世界 DSP 技术最新发展的前沿,将我们的研究成果迅速反映到教学中,使学生既有坚实的数字信号处理的理论基础,又熟悉 DSP 技术的最新发展,并能熟练地有创造性地在各种电子与非电子系统中研究开发具有自主知识产权的 DSP 核心技术。为此所需要做的主要工作包括<sup>[3]</sup>:

- (1) 向高年级本科生开设 DSP 技术课程和相关的实验;
- (2) 组织编写和出版反映最新 DSP 技术成果的教材和实验教材;
- (3) 开发 CAI 课件,供学生自学使用,也可以在远程教学中使用;

(4) 和国内外大型企业共同建设高水平的 DSP 教学实验室,既能节省学校的投资,又能及时得到世界上最新的技术和装备。充分利用和德州仪器(TI)的合作,共同建设 DSP 实验室,自行开发 DSP 实验室相关设备,设计并开出系列核心实验,使学生得到比较好的工程训练和实践,并激发和培养他们的创新思维能力;

(5) DSP 实验室是开放的,既要作为学生的 DSP 课程实验室,也可以为毕业设计、课题组的研究与开发工作、产业界工程师的培训提供先进和好的环境。

## 2 站在技术发展前沿,在教学中迅速反映 DSP 技术的最新进展

近年来,DSP 技术的发展极为迅速,新的器件层出不穷,应用领域急速扩大。我们始终紧跟技术发展的步伐,力图比较准确地把握其发展方向,并将我们学习到的和在科研实践中掌握的 DSP 最新技术,迅速地反映到教学中。为此,主要做两件事情<sup>[3]</sup>。

(1) 在 DSP 教学中要求全部采用电子教案,这是本课程的特点所要求的。一方面,不用板书大量的公式和程序,另一方面,也不用现场在黑板上绘制大量硬件和软件的结构图形,可以提高课堂教学的效率。针对不同本科生的不同水平和要求,教案的广度和深度当然不同,但都要求反映最新的 DSP 技术发展,因此几乎每次上课,要求教师的电子教案都要作补充和修改。高等院校长期存在的多年使用同一本教材的情况必须加以改变,尤其是面向高科技应用的 DSP 技术,否则,就不能培养出适应产业界需要的高水平人才。

(2) 必须在校科研处和教务处的支持下,组织教师、本科生开发 DSP 计算机辅助教学(CAI)课件,放在实验室的服务器上,供学生自学之用。这样不仅使参加开发的教师 and 同学们对 DSP 技术有更深入的理解,也使我们有机会使用较新的软件环境来开发 CAI 课件和网络资源。

## 3 和国内外企业紧密合作,建设高水平开放的 DSP 研究基地

DSP 技术既涉及深入的数字信号处理理论和方法,又涉及对最新微处理器的软硬件结构的理解和开发环境的使用,这是当前信息技术中急需但又比较难于掌握的技术之一,没有先进的实验室环境就无法培养出高水平的 DSP 技术人才。

和国内外的大型企业合作,建设高水平的教学实验室,是实验室建设发展和 DSP 课程建设的重要方向之一。一方面可以为学校节省大量的投资,更重要的是,可以持续地得到代表最新技术水平的设备与器件,也可以得到高水平课题的支撑。德州仪器是世界上 DSP 技术领先的大型跨国公司,其 DSP 器件占据全球市场的近一半,和他们成功合作的

经历经验说明,DSP技术的运用改善了教学环境,TI也可以通过教学途径开拓无形的巨大市场,教师和学生也都学习了最先进的应用技术。

建设一流 DSP 实验室或 DSP 研究机构,必须有如下考虑和认识。

(1) 实验研究机构的建设必须高起点,必须站在世界技术发展的最前沿考虑它的定位,因此,选择合作伙伴必须慎重。

(2) 要在 DSP 实验室建设一个好的研究和教学群体。没有深入的研究,就不可能站在技术发展的前沿,在技术发展日新月异的今天,这一点尤其重要。没有对教学的热忱,就不可能持续地修订教材、开发实验装备、认真地备课(包括随时随地的修改和补充电子教案)和指导实验等等。在研究任务和教学任务日益繁重的情况下,教师队伍的建设至关重要,这实际上是知识经济时代“人才是第一要素”的生动体现。好的科研实验条件的环境,既能培养从事高水平研究和开发的人才,又能培养从事不同层次的教学、实验指导、实验室管理的队伍,尤其是青年教师和本科生,使他们的聪明才智得到充分的自由发挥。

(3) 实验室必须是开放的,既向学生开放,也向从事研究和开发的教师开放、既向本校开放,也向外校开放、既向学校开放,也要向研究机构和产业界开放。只有开放,才能保持实验室的活力,才能持续向前沿着新技术发展。

#### 4 精心设计和组织 DSP 教学实验,培养学生的动手能力和工程素养

学生实际工作能力和工程素养的欠缺是本科教育界面临的一大问题。DSP 技术既然是得到广泛应用的技术,其工程性是很强的,教师除了在课堂教学中要加强工程概念外,还必须加强学生的实验室训练。因此,必须要精心设计和组织一系列的实验,使学生在有限的实验时间内,得到尽可能充分的 DSP 实际操作工程训练。

为了满足更多学生参加 DSP 实验的迫切要求,教师必须组织学生参与有关 DSP 科研课题工作,这需要老师的新颖设计(包括设计算法,实现的性能指标与 DSP 的处理结构的联系,实现的具体功能等),更需要科研主管部门的极大关注和有力支持。最明显的例子是,电子科技大学组织开发了系列 DSP 实验系统 DES(DSP Experiment System)。该系统是在科研和设备部门的支持下,完成了在 WINDOWS 平台上,采用全中文和图形化界面的综合测试仪器的功能,同时,充分发挥了 DSP 实验室长期科研的积累,实现了标准信号源、虚拟任意波形发生器、虚拟示波器、虚拟频谱仪等。用一台 PC 机、一张插卡和一套软件就构成了一个完整的 DSP 实验平台,而且还拥有完全的自主知识产权。参加开发的教师和学生都加深了对 DSP 及其开发环境的理解,并在相当大的程度上提高了实际工作能力,培养了良好的工程素养和创新设计的思维能力。

#### 5 严格要求课程设计和论文质量,开拓学生的新思维和新领域

DSP 技术界有一句名言:“DSP 的应用,取决于设计者的想象能力”,说明了在技术开发中创新思维和能力的重要性,因此,授课中应尽可能多地介绍各种 DSP 的最新应用,拓展学生的视野,同时重视对学生课程设计和本科生 DSP 论文的技术成分要求。

DSP 课程的考试和考查如何进行,历来是课程建设的重要组成部分之一,必须作认真的思考、讨论和试验才能确立具体实施方案。针对 DSP 技术课程工程性和实践性很强的特点,我们需要选择课程设计和论文设计结合的方式。要求学生在认真总结课程学习内容的基础上,提出各种应用领域中 DSP 应用的解决方案和设计内容。在中山大学信息科技学院 DSP 实验室几年的实践表明,这种方式收到了比较好的效果,大多数学生能认真地进行总结和 design,部分学生提出了很有创意的 DSP 应用计划方案,涉及的领域之广、有些方案的精巧,连教师都很受启发。例如,电话传输视频压缩图像中的压缩方式与 DSP 流水线指令操作的配合适应、飞机中分布在机翼和机体中各种油箱燃油的实时智能化控制、电力系统中分布式测试和实时保护、油气勘探中人工地震的信号采集和实时处理等等。这种设计还应注意与学生的专业特点和兴趣点结合,只有这样才能在通信、雷达、自动测量等领域出现更多,更精彩的应用方案。

在过去短短的几年里,各种单片式集成化的 DSP 及其 SOC(片上系统)性能得到了很大改善,软件和开发工具也越来越多、越来越好,价格也大幅度下降,使 DSP 技术更容易为学生学习和运用。社会的数字化发展和技术的进步已将 DSP 从一门很专业的学科,推进成为极为活跃并为人知的前沿技术。

#### 参考文献:

- [1] 王冀生. 超越象牙塔:现代大学的社会责任[J]. 高等教育研究,2003,1(1): 1-6.
- [2] 彭启宗,李玉柏,管庆. 站在世界技术发展前沿培养高水平 DSP 人才[J]. 信号处理,2001,11(增刊): 500-503.

(上接第 63 页)

#### 2.4 客户端程序开发

在 Win32 系统中,把每一个设备都抽象为文件,此时的应用程序只需通过几条简单的文件操作,API 函数就可以实现与驱动程序中某个设备通信。一个应用程序与某个设备驱动程序通信前,一定要获得此设备的独特标识符(duid),然后调用 Windows 设备管理函数 SetupDiGetClassDevs 来获取设备信息集。方法(略)。

### 3 结束语

本 USB 接口电路成功实现了实验数据传输,在客户端能根据设备传输来的数据进行管理和数据维护,并仿真出 FAE 爆炸时的冲击波形。该接口取代了原来实验仪上的串口,实现了高速便捷的连接,实验结果表明,不仅提高了实验精度,还美观了界面。

#### 参考文献:

- [1] Jan Axelson(美)著,陈逸等译. USB 大全[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [2] 武安河,邵铭,于洪涛. WDM 设备驱动程序开发. 北京:电子工业出版社,2003.
- [3] 肖踞雄,翁铁成,宋中宋. USB 技术及应用设计[M]. 北京:清华大学出版社,2003.

# 操作系统课程教学方法研究

廖秀秀 张倩

(广东技术师范学院 计算机科学学院, 广东 广州 510665)

**摘要:** 操作系统课程作为计算机专业中的一门核心课程,具有较强的理论性和抽象性,为了适应教学改革需求,加强对学生创新思维、自主学习能力的培养,激发学生学习积极性,进一步提高课程的教学效果,结合教学经验对操作系统课程的教学方法进行了初步的研究和探讨,针对教学过程中所存在的问题,提出了若干关于操作系统课程教学的方法与思路。

**关键词:** 操作系统; 案例教学; 角色互换

**中图分类号:** TP316-4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-9767 (2017) 19-217-03

## Research on the Teaching Method of Operating System Course

Liao Xiuxiu, Zhang Qian

(Department of Computer Science, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou Guangdong 510665, China)

**Abstract:** As a core course in computer science, operating system course is theoretical and abstract. In order to meet the needs of teaching reform, strengthen the training of students' innovative thinking and self-learning ability, motivate students and improve teaching effect, combined with the teaching experience, the teaching method of operating system course was studied and discussed for the actual teaching problems, and a few solutions was put forward.

**Key words:** operating system course; teaching; case teaching; role reversal

操作系统 (Operating System, OS) 不仅仅是极为重要的计算机系统软件,同时也是一门发展极为迅速、内容不断更新的学科。操作系统课程不但是计算机及相关专业的核心专业基础课之一,而且也是技术开发的理论基础,在计算机专业教学中占有重要的地位。操作系统原理具有较强的理论性和抽象性,概念繁多,涉及面广,易造成学生理解与掌握困难,从而影响后续相关课程的学习,甚至影响他们将来就业的方向。笔者结合讲授操作系统课程的经验,尝试了一些教学方法,针对教学过程中遇到的问题,提出几种教学的方法和思路,力求提升教学效果、适应教学改革需求以及加强对学生创新思维、自主学习能力的培养和激发学生的学习积极性。

### 1 从整体到部分

在时间维度上,操作系统历经了多个阶段得到不断发展和完善,从早期的手工操作阶段、批处理系统阶段、多道程

序系统阶段、分时操作系统阶段再到实时系统阶段,操作系统的跨度相当大,其中涵盖的概念也随着时间的推移而增多,同时同样的概念也会随着时间的推移而产生变化。在应用维度上,操作系统又发展出了个人计算机操作系统、网络操作系统、分布式操作系统等,操作系统跨越领域多,对于这种横向跨越发展,操作系统所涉及的概念会呈现一种网状交叉分布状态,比如会涉及软件工程、程序方法论、结构问题等。

所以操作系统这门课程涉及的概念相当庞杂,概念间错综复杂、纵横交错,而且大都是学生在之前的课程中未曾接触过的,对于学生来说十分陌生。例如单单是第一章节操作系统引论,就介绍了包括批处理、单道程序、多道程序、分时、实时、并发、共享、异步、虚拟、客户/服务器模式、面向对象、微内核等几十个概念。如果只是平铺直叙地介绍每一个概念,从某一个特定的角度来考量的话,很容易让学生觉得无所适从,对学生理解操作系统的诸多概念是毫无裨益的,学生无法深刻理解基本概念的话,也就无法整体掌握操作系统。

**基金项目:** 广东省教育厅青年创新人才项目 (自然科学) (项目编号: 2016KQNCX092)。

**作者简介:** 廖秀秀 (1983-), 女, 湖南隆回人, 博士研究生, 讲师。研究方向: 图像恢复、超分辨率重建。

**通讯作者:** 张倩 (1982-), 女, 山东淄博人, 博士研究生, 讲师。研究方向: 大数据、云计算。E-mail: maomaotu3000@163.com。

任何事物都是一个整体，同时又包含各个部分，整体和部分是相互依赖的。整体是由部分构成的，整体依赖于部分，只有深入认识部分才能清晰地把握整体；部分是整体的部分，离开整体的部分，就失去它原有的性质和功能，部分依赖整体，只有从整体中才能真正认识部分，从整体和部分的思辨中得到启示，不妨尝试采取从整体到部分的方法来讲授操作系统庞杂的概念。首先可以从整体出发，在宏观上，给出总体的知识架构，配合知识结构图表，描绘出整体的知识脉络，让学生清晰地了解各个概念之间的层次关系，形成对操作系统总体的认识。然后再介绍每个部分的具体功能，每个功能涉及的更细的概念、算法等，逐步细化，力求把需要掌握的细节讲清、讲透。操作系统这门课本身的特点决定了某些概念或算法会涉及其他相关课程的内容，也就是上文提及操作系统的横向发展跨度大造成概念的网状交叉，这就要求教师在教授这门课时要通晓该体系相关知识，触类旁通，并在授课时为学生明确指出，然后有计划地引导学生复习相关内容，做到融会贯通。这样一来，当学生形成了操作系统的知识体系框架，就可以在尽可能保证学生思路清晰的前提下引导他们进行更深入细致的学习。

例如，学习到“页面置换算法”这个知识点时，首先通过图1复习操作系统的整体知识架构，指出页面置换算法属于“设备管理”子模块；然后通过图2复习存储器管理的整体内容，指出页面置换算法属于“内存扩充”子模块；再着重复习与页面置换算法相关的几个知识点，包括虚拟存储器、分页存储管理、请求分页存储管理，由此引出页面置换算法的概念，最后详细介绍具体的算法。



图1 操作系统整体知识架构图



图2 存储器管理

## 2 从抽象到具体

人类对事物非本质因素的舍弃和对本质因素的抽取形成抽象，这决定了抽象内容的不直观、不易感知。操作系统这门课程中的概念和算法，往往是非常抽象的内容，比如进程管理、作业调度、页面置换等这类抽象概念，故而操作系统的抽象概念的不直观，易令学生觉得看不见摸不着、无从入手、难以理解，而且学生接触 Windows 系统较多，而接触 Linux、DOS 等系统较少，在这种情况下，讲概念很容易变成单调的名词解释，讲原理很容易变成死板的照本宣科，讲实例很容易变成空泛的代码分析。

针对这些问题，应从将抽象化为具象的角度来考量，不

妨尝试采取以下几种方法。

一是使用生动形象的例子使抽象变具体。在介绍新的知识点时，可以尝试采用类比的方法，结合一些浅显易懂、贴近生活的例子，让学生对其产生好奇和亲切感，让本来看不见摸不着的抽象内容变成仿佛触手可及的生动体验，使学生从具体例子中得到启发，对比抽象概念与具体例子所共同的属性，从而理解和掌握抽象概念。

二是在授课过程中应尽可能使用图表、图像来解释概念、分析算法。通过图表、图形、动画等手段，让学生能够对所讲述的概念有更清晰、更直观的印象，了解算法的运行过程以及特点等。

三是通过讲解例题帮助加深理解。通过对相关例题的介绍和讲解，进一步加深学生的印象，并当场提供给学生习题，让学生通过思考和练习加深对所学知识的理解。

四是对某些算法要求学生利用学过的编程语言进行编程实现。通过编写程序的过程，让学生进一步深入理解所学算法的运行机制和原理，同时也能发现在算法实现和运行的过程中可能遇到的种种问题，进一步启发学生的思维。

以上笔者提出的措施，在某程度上，从学生的角度来思考，是将抽象的关于操作系统的概念化为学生所熟悉的情景，值得注意的是，学生的亲身体验是抽象化为具体的关键点，笔者结合提出的几种抽象化为具体的方法举例如下。

介绍作业调度算法时，将其和生活中去开水房排队打开水进行类比，可以更好地理解不同的作业调度算法的运行机制。然后给出具体的实例，对于给定的作业序列，得出不同算法下的调度过程，并计算平均周转时间和平均带权周转时间，从而比较各种调度算法的性能。再布置习题给学生，加深对算法的理解。最后，要求学生利用 C 语言编写代码，实现所讲授的几种作业调度算法，用程序验证做过的例题和习题，并解决可能遇到的问题，进一步思考是否有其他可行的算法。

## 3 引入学生讲授的环节

在传统的教学模式下，作为计算机相关专业主修课程的操作系统的，教师多采用“倾倒知识”的方法，而学生则成为被“倾倒”的被动“容器”，这样的教学方式，在某种程度上，学生主动思考和学习的意愿是受到抑制的，不仅不会提高学生求学的积极性，反而营造了消极学习氛围，这种情况，从教学目的来说，或者从培养社会人才来说，是不可取的，也是对教学资源的浪费，并且显而易见地，在“倾倒知识”的教学模式下，学生的知识面限制在课本内容，导致的不利后果是无法更好培养学生的发散性创新思维，学生的创造力无法释放，故而传统教学模式的弊端存在的原因是教学对象双方的主客体地位不合理，教育者为主体，而求学者为客体，因此，不妨尝试角色互换的做法，让学生为主体，而教育者为客体，学生处于主体，某种意义上，提高了他们的主观能

(下转第 221 页)

展。网络信息更新速度如此之快,网络技术的发展日新月异,这给创新教育提供了源源不断的发展动力。党的十八大以来,我国不断深化高等学校创新创业教育改革,修订人才标准、改革教学育人机制,把创新创业教育融入人才培养,为建设创新型国家提供人才智力支持。新世纪需要的不仅仅是知识型、技术型的人才,还需要更多的科研型、创新型人才。随着信息技术的发展,在信息工具所营造的认知环境中,学生可以以一种崭新的角度去思考与探索问题。调动学习的积极性、主动性、创造性,关键是创设情境、激发学习兴趣。现代信息技术以其本身特有的功能而具备趣味性的特点,对激发学生的学习兴趣和有着极高的价值。

信息技术与当代教育的深度融合使学习者跨越时空的障碍,更加主动地安排自己的学习时间和进度。计算机仿真技术、多媒体技术、虚拟现实技术和远程教育技术以及信息载体的多样性,提供给学习者随时随地学习的可能性。这种高效便捷的学习方式,降低了接受教育的门槛,学习者能够更加具有针对性地进行学习,注重发展个人特色。

信息技术与当代教育的深度融合提供了一种高性价比的资源共享的方式。信息的传播不再单单以纸质为媒介,更多的是通过网络技术渗透到社会各个角落。互联网拥有的 600

多个大型图书馆、400 多个文献库和 100 万个信息源,成为科研人员可以随时进入并从中获取最新科技动态的信息宝库,大大节约查阅文献的时间和费用,这也使得全世界各地的人都能利用互联网成为学习伙伴。

#### 4 结语

信息技术与当代教育的深度融合将不断引领教育改革与创新工作。应抓住历史机遇,紧密结合信息技术的发展,使教育事业实现信息化与现代化,不断提高教学质量,提高教学效率,创造出更多先进的教育模式。

#### 参考文献

- [1] 任友群,吴旻瑜,刘斌,等.追寻常态:从生态视角看信息技术与教育教学的融合[J].中国电化教育,2015(1):97-103.
- [2] 王锋.信息技术与教育教学深度融合:开放大学建设的重中之重[J].中国医学教育技术,2013,27(3):258-262.
- [3] 于秀兰.教育变革与创新:信息技术与教育的融合之路[J].关爱明天,2015(1):221-222.

(上接第 218 页)

主动性。学生自主寻找问题的答案,而作为客体的教育者,不再采取传统教学中的“倾倒知识”的做法,而是将注意力放在学生解答自身疑问的过程,应加以指导,以及适时指出某种做法的不足以及错误,从而让学生不仅明白答案,也明白如何寻找答案。

故而为了激发学生的学习兴趣,增加学生对课程的参与感,在课堂教学中引入了充分突出学生主体作用的大作业环节。具体做法是:学生自由组合成人数相当的若干小组,每组自选一个与操作系统课程相关的主题,内容不限,制作一份 PPT 课件,并在规定的时间内由小组内指定的演讲者在课堂上向所有同学讲授本组的大作业内容,最后由教师进行适当的分析点评和总结。

这种做法能够充分突出学生这一学习主体,锻炼学生独立思考的能力,挖掘学生的潜能,也激发了学生的学习积极性。在搜集资料、制作 PPT 课件的过程中,引导学生自己动手查阅相关资料、寻找和归纳问题,拓宽了知识面,加深了

理解,提高了学习的兴趣。再加上教师给予适当的分析点评,及时指出错误或者不足,给出正确的指引,逐步培养学生的独立学习和思维能力,做到不仅“授人以鱼”更“授人以渔”。

#### 4 结语

笔者结合教学经验对操作系统课程的教学方法进行了初步的研究和探讨,针对教学过程中所存在的问题,提出了若干关于操作系统课程教学的方法与思路,具体方法包括从整体到部分、从抽象到具体、引入学生讲授环节等,调动学生的学习兴趣,努力提高教学效果,适应教学改革需求。

#### 参考文献

- [1] 汤小丹,梁红兵,哲凤屏,等.计算机操作系统(第四版)[M].西安:西安电子科技大学出版社,2014.
- [2] 梁红兵,汤小丹.《计算机操作系统(第四版)》学习指导与题解(含实验)[M].西安:西安电子科技大学出版社,2015.

# 压缩感知理论下扩展迭代重加权 最小二乘算法的性能分析\*

陈小玲, 赵慧民, 魏文国

(广东技术师范学院电子与信息学院, 广东 广州 510665)

**摘要:** 利用最稀疏表示重构原始信号是压缩感知理论的核心, 而基于几何影射约束的最小  $l_1$  范数凸优化算法是其实现的主要方法。目前, 解决最小  $l_p$  ( $p \leq 1$ ) 范数问题的关键是迭代重加权最小二乘法 ( $IRLS_{-p}$ ,  $0 < p \leq 1$ ), 但其收敛和实时性较差。为此, 文中从最小化矩阵秩的角度出发对一类扩展迭代重加权最小二乘法 ( $EIRLS_{-p}$ ) 进行性能实现分析, 用以改进  $IRLS_{-p}$  算法的连续迭代收敛性及其实时性能。验证结果表明,  $EIRLS_{-0}$  和  $sEIRLS_{-0}$  算法性能优于奇异值门限 (SVT) 算法。同时, 在没有先验知识的情况下,  $sEIRLS_{-0}$  算法性能也优于迭代硬阈值 (IHT) 算法。

**关键词:** 迭代重加权; 矩阵秩; 压缩感知; Frobenius 范数

中图分类号: TN911.72 文献标志码: A 文章编号: 0529-6579 (2014) 02-0023-06

## The Performance Analysis of Extending Iterative Reweighted Least Squares Algorithm Compressed Sensing Theory

CHEN Xiaoling, ZHAO Huimin, WEI Wenguo

(School of Electronic and Information Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

**Abstract:** The kernel technology of Compressed sensing theory is to find the sparsest representation to recover original signal data, in which the convex optimization algorithm of minimization the  $l_1$  norm is a important method. At present, a key algorithm solved minimization the  $l_p$  ( $p \leq 1$ ) norm is iterative reweighted least squares algorithm ( $IRLS_{-p}$ ,  $0 < p \leq 1$ ) with affine constraints, but a crucial question of the  $IRLS_{-p}$  Algorithm is to iterate convergence and real time performances. Therefore, the  $EIRLS_{-p}$  and  $sEIRLS_{-p}$  algorithms were proposed to extend  $IRLS_{-p}$  as a family of algorithms for the matrix rank minimization problem, and to improve  $IRLS_{-p}$  implementations performances of successive iterates convergence and real time. Validating results show that both  $EIRLS_{-0}$  and  $sEIRLS_{-0}$  perform better than singular value thresholding (SVT) algorithm. At the same time, it was observed that  $sEIRLS_{-0}$  performs better than iterative hard thresholding algorithm (IHT) when there is no apriori information on the low rank solution.

**Key words:** iterative reweighted; matrix rank; compressed sensing; Frobenius norm

基于几何影射学原理, 经典的压缩感知理论可以表示为:

$$\min \text{card}(x) \quad s. t. A(X) = b \quad (1)$$

这里  $x \in \mathbf{R}^n$ ,  $A \in \mathbf{R}^{m \times n}$ ,  $\text{card}(x)$  表示张成希尔伯特空间  $x$  的非零元素集,  $X$  是  $x$  的全体。目前, 解决 (1) 式的几种主要算法是基于最小  $l_1$  范数的凸

\* 收稿日期: 2013-09-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (61272381); 广东省自然科学基金资助项目 (S2012010008639); 广东省科技计划资助项目 (2012B010100035)

作者简介: 陈小玲 (1971 年生), 女; 研究方向: 电子信息技术与信息安全; E-mail: CXL1688@163.com

优化算法、匹配追踪等贪婪算法<sup>[1-5]</sup>。为了改进最小  $l_1$  范数算法的信号恢复性能, Candes 和 Daubechies 等<sup>[6-7]</sup> 分别提出了迭代重加权  $l_1$  和迭代重加权最小二乘  $IRLS_{-p}$  ( $0 < p \leq 1$ ) 算法。其中, 在  $IRLS_{-p}$  算法中, 第  $(k+1)$  次迭代形式表示为:

$$x^{k+1} = \operatorname{argmin}_x \sum_i w_i^k x_i^2 \quad s. t. Ax = b \quad (2)$$

这里,  $w_i^k = (|x_i^k|^2 + \gamma)^{p/2-1}$  表示加权矢量, 而  $\gamma > 0$  为  $w^k$  的调节参数。由于存在大量的矢量运算, (2) 式实现的最大问题是平衡解决迭代收敛性和实时性的折中关系。为此, Mohan and Fazel<sup>[8]</sup> 提出了重加权核范数递推算法。但是, 核范数最小化的有效实现也是一个挑战性难题, 尤其迭代次数增加时, 算法的计算量仍然很大。

Chartrand 等<sup>[9-10]</sup> 证明, 在  $A$  的零空间假设条件下, 核范数最小化  $IRLS_{-1}$  算法的输出与最低秩  $A(X) = b$  的结果是一致的。同时, 他说明在  $p < 1$  时  $IRLS_{-p}$  比最小  $l_1$  范数具有更好的信号恢复性能。基于此条件, 利用几何影射学原理<sup>[11]</sup>, 通过每次迭代时对加权 F 范数 (即 Frobenius Norm) 的最小化处理, 本文分析了一类扩展  $EIRLS_{-p}$  算法的性能。在此基础上, 通过梯度投影 GP (Gradient Projection) 简化迭代二乘目标函数的求解过程, 进而实现了一类短时迭代重加权最小二乘算法 (简称  $sEIRLS_{-p}$  算法)。本文研究的目的是, 实现压缩感知理论下  $EIRLS_{-p}$  算法的收敛性与实时性之间的有效折中, 为信号高质量恢复提供一种新的研究参考。

## 1 几何影射 $EIRLS_{-p}$ 算法

定义矩阵  $X$  的核范数为  $\|X\|_* = \sum_i \sigma_i(X)$ , 其中  $\sigma_i(X)$  代表了  $X$  中第  $i$  个最大奇异值。由此, 对于求解压缩感知理论的 (1) 式问题, 我们可以得到一种最小核范数关系式:

$$\min \|X\|_* \quad s. t. \quad A(X) = b \quad (3)$$

(3) 式的求解类似于凸优化最小  $l_1$  范数算法, 但凸优算法的最大问题是迭代收敛性能较差<sup>[13]</sup>。为此, 我们考虑 (3) 式的一种秩函数非凸近似求解方法。定义 F (Frobenius) 范数下的一种平滑 Schatten- $p$  函数形式为

$$f_p(X) = \operatorname{Tr}(X^T X + \gamma \cdot I)^{\frac{p}{2}} \quad (4)$$

这里  $\operatorname{Tr}(\cdot)$  为矩阵的迹。由矩阵迹函数的性质可知, 当  $p > 0$  时, 函数  $f_p(X)$  是可微的; 当  $p \geq 1$  时,  $f_p(X)$  具有凸性; 而满足  $\gamma = 0 \cup p \rightarrow 0$  时,

$f_p(X) \rightarrow \operatorname{rank}(X)$ 。当  $p = 1, \gamma = 0$  时,  $f_1(X) = \|X\|_*$  称为 Schatten-1 范数。因此, 对 (3) 式的求解近似于求解以下问题:

$$\min f_p(X) \quad s. t. \quad A(X) = b \quad (5)$$

注意到对 (4) 式取微分有:  $\nabla f_p(X) = pX(X^T X + \gamma \cdot I)^{p/2-1}$ 。代入 (5) 式, 则其成立的一种 KKT 方程条件 (Karush-Kuhn-Tucker 最优化条件) 可写为<sup>[14]</sup>:

$$\begin{aligned} X(X^T X + \gamma \cdot I)^{p/2-1} + A^*(\lambda) &= 0 \\ A(X) &= b \end{aligned} \quad (6)$$

其中,  $A^*(\lambda)$  表示特征值为  $\lambda$  时矩阵  $A$  的共轭矩阵。对 (6) 式 KKT 条件 1 求解有:

$$X = -\frac{1}{2} A^*(\lambda) (X^T X + \gamma \cdot I)^{1-p/2} \quad (7)$$

这是一个定点等式, 可通过迭代方式求解。设加权系数为  $W_p^k = (X^{kT} X^k + \gamma \cdot I)^{p/2-1}$ , 按照 KKT 条件 2 的  $A(X^{k+1}) = b$  成立条件, 把  $W_p^k$  代入 (7) 式, 得到  $X$  迭代求解过程为

$$X^{k+1} = \frac{1}{2} A^*(\lambda) W_p^{k-1} \quad (8)$$

由式 (7)、(8) 可见,  $X^{k+1}$  满足了 (6) 式的 KKT 条件, 且遵循了 (9) 式的凸优化关系:

$$\min \operatorname{Tr} W_p^k X^T X \quad s. t. \quad A(x) = b \quad (9)$$

说明, 秩最小化  $EIRLS_{-p}$  系列算法就是对压缩感知凸优化算法的一种近似扩展。

### 1.1 $EIRLS_{-1}$ 实现的收敛性

为了准确分析  $EIRLS_{-1}$  算法连续迭代收敛的特性, 定义 F 范数意义下的一种函数:

$$\begin{aligned} \Gamma(Z, W, \gamma) &= \frac{1}{2} (\operatorname{Tr}(WZ^T Z) + \\ &\gamma \operatorname{Tr}(W) + \operatorname{Tr}(W^{-1})) \end{aligned} \quad (10)$$

其中  $Z \in G(b)$ ,  $G(b)$  为零状态空间中  $A(X) = b$  的希尔伯特空间解集。当  $p = 1$  时,  $EIRLS_{-p}$  算法的第 2 步迭代等价于

$$X^{k+1} = \operatorname{argmin}_{Z \in G(b)} \Gamma(Z, W^k, \gamma^k) \quad (11)$$

选择  $\gamma^{k+1} = \min\{\gamma^k, \sigma_{K+1}(X^{k+1})/N\}$ , 其中  $K$  和  $N$  是固定整数。把 (10) 式加权矢量代入 (11), 并根据矩阵迹和 F 范数的性质, 我们可以同时得到以下迭代关系<sup>[14-16]</sup>:

$$W^{k+1} = \operatorname{argmin}_{W > 0} \Gamma(X^{k+1}, W, \gamma^{k+1}) \quad (12)$$

且有关系

$$\begin{aligned} \Gamma(X^{k+1}, W^{k+1}, \gamma^{k+1}) &\leq \Gamma(X^{k+1}, W^k, \gamma^{k+1}) \leq \\ \Gamma(X^{k+1}, W^k, \gamma^k) &\leq \Gamma(X^k, W^k, \gamma^k) \end{aligned} \quad (13)$$

由此, 对于任意  $k \geq 1$ , 我们有关系  $\|X^k\|_* \leq$

$\Gamma(X^1, W^0, \gamma^0) := D$ 。这里,  $W^0 = I, \gamma^0 = 1$ 。且存在  $\sigma_j(W^k) \geq D^{-1} j = 1, 2, \dots, \min[m, n]$ 。这说明, 在张成希尔伯特零状态空间内, 通过选择一定的调节参数  $\gamma$ ,  $EIRLS_{-1}$  算法总能够有效收敛, 且能够用具有唯一最小化秩的核范数矩阵表示<sup>[11, 17]</sup>。

### 1.2 $EIRLS_{-0}$ 实现的收敛性

为了说明  $EIRLS_{-0}$  实现算法的收敛性, 定义一种对于  $W$  和  $X$  都严格凸性的 F 范数函数:

$$H(X, W, \gamma) = Tr(WX^T X) + \gamma \cdot Tr W - \log \det W \quad (14)$$

其中,  $\det W$  表示矩阵  $W$  的行列式。根据矩阵迹和 F 范数的性质, 类似于公式 (13) 存在如下关系:

$$H(X^{k+1}, W^{k+1}, \gamma^{k+1}) \leq H(X^{k+1}, W^k, \gamma^{k+1}) \leq H(X^{k+1}, W^k, \gamma^k) \leq H(X^k, W^k, \gamma^k) \quad (15)$$

对于任意  $k \geq 1$ , 我们有  $\log \det(X^{kT} X^k) \leq H(X^1, W^0, \gamma^0) := E$ 。设  $\sigma_j(W^k)$  为加权矩阵  $W$  第  $k$  次迭代的第  $j$  个奇异值, 则存在有不等关系式  $\sigma_j(W^k) \geq e^{-E} j = 1, 2, \dots, t$ 。其中,  $t = \min[m, n]$ 。这也说明了  $EIRLS_{-0}$  算法能够有效收敛, 且能够用一种稳定的矩阵形式唯一表示。

## 2 基于梯度投影的 $sEIRLS_{-p}$ 算法

### 2.1 $sEIRLS_{-p}$ 算法的实现原理

借鉴梯度投影对交替迭代优化求解的实现过程<sup>[18]</sup>, 我们在构造低秩矩阵时, 把矩阵  $X$  的实现问题也可通过梯度投影 (GP) 方式进行计算, 并得到  $EIRLS_{-p}$  算法实现的另一种形式 - 短时扩展迭代重加权最小二乘 ( $sEIRLS_{-p}$ ) 算法。其满足关系:

$$\min_{rank(X)} s.t. P_{\Omega}(X) = P_{\Omega}(X_0) \quad (16)$$

这里,  $X_0$  是我们恢复的信号数据矩阵。  $P_{\Omega}: R^{n \times n} \rightarrow R^{n \times n}$ , 表示矩阵  $X$  在支撑  $\Omega$  中投影时数据元素  $X_{ij}$  的投影算子,  $(i, j) \in \Omega$ 。  $sEIRLS_{-p}$  算法的实现过程描述如下:

设置  $k = 0, X^0 = 0$ , 按以下步骤迭代计算:

- 1)  $W_p^k = (X^{kT} X^k + \gamma^k \cdot I)^{\frac{p}{2}-1}$ 。
- 2)  $X^{k+1} = P_{\Omega}(X^k - \alpha^k X^k W_p^k) + P_{\Omega}(X_0)$ 。
- 3) 设置  $k = k + 1$ 。重复 1) - 3) 直到收敛。

由此可见, 对于固定的  $\gamma$  参数,  $sEIRLS_{-p}$  ( $0 < p \leq 1$ ) 算法可以看作 GP 算法求 F 范函数最小值 -  $\min_{f_p}(X) (s.t. A(X) = b)$  的结果。该算法收敛到的每个簇点都是平滑 Schatten- $p$  函数的稳定点,

具有约束条件  $\{X: P_{\Omega}(X) = P_{\Omega}(X_0)\}$  且  $\gamma = \gamma_{\min}$ 。而当  $p=0$  时,  $sEIRLS_{-0}$  算法可看作 GP 算法求矩阵实现约束条件 -  $\min \log \det(X^T X + \gamma \cdot I) (s.t. A(X) = b)$  的最小化关系问题, 其收敛到的簇点是满足该关系的一个稳定点。同时, 当  $p=1$  时,  $sEIRLS_{-1}$  和  $EIRLS_{-1}$  算法也都能够收敛到平滑 Schatten - 1 函数的全局极小值。

### 2.2 $sEIRLS_{-p}$ 算法的快速梯度投影

在不同条件下, 为了使  $EIRLS$  算法能够用低秩矩阵实现数据的高概率恢复, 同时又能使系统满足实时性要求, 我们用梯度投影关系  $P_{\Omega}(X) = P_{\Omega}(X_0)$  替代  $EIRLS_{-p}$  算法中  $A(X) = b$  的约束条件。同时, 用梯度投影 (GP) 算法求解  $EIRLS$  算法中每次迭代的最小二乘运算过程。为此, 我们得到一种快速  $sEIRLS_{-p}$  算法的具体实现方式如下:

设置  $k = 0, X^0 = 0$ , 按以下步骤迭代:

- 1)  $W_p^k = (X^{kT} X^k + \gamma^k \cdot I)^{\frac{p}{2}-1}$ , 设  $X_{old} = X^k$ 。
- 2) 设置梯度投影常数为  $L$ , 进行梯度投影 (GP)。
- a)  $X_{new} = P_{\Omega}(X_{old} - \frac{2}{L} X_{old} \cdot W_p^k) + P_{\Omega}(X_0)$ ;
- b)  $X_{old} = X_{new}$ 。返回 a) 迭代直到 GP 收敛。
- 3)  $X^{k+1} = X_{new}, k = k + 1$ , 返回 1) 直到  $EIRLS_{-p}$  算法收敛。

算法中, GP 的步长为  $2/L^k$ ,  $L^k$  是二次方函数  $Tr(W^k X^T X)$  在第  $k$  次迭代的利普希兹 (Lipschitz) 梯度常数。由算法可见, GP 算法是利用  $EIRLS$  算法第  $k$  次迭代的结果作为第  $(k+1)$  次迭代梯度投影的先验条件, 然后寻找每次迭代加速收敛的一种实现过程。

## 3 算法的验证及其性能分析

### 3.1 算法验证的参数选择

设原始数据矩阵为  $X$ , 由  $Y \cdot Y^T$  产生, 其中  $Y$  为 I. I. D 高斯分布的数据矩阵, 且  $Y \in R^{n \times r}$ ,  $n = 500$ 。归一化要恢复的矩阵为  $X_0$  (最大奇异值为 1), 其大小为  $500 \times 500$ 。  $X_0$  的秩  $r$  分别设置为 5、10、15, 同时, 我们定义当算法恢复的信号数据相对错误率  $\xi = \|X - X_0\|_F / \|X_0\|_F \leq 10^{-3}$  时, 信号恢复是成功的。实验时, 支撑  $\Omega$  通过均值为  $q$  的贝努立  $\{0, 1\}$  随机值产生。所做实验用 Matlab 在 Intel 双核处理器上执行, 其 CPU 为 3 GHz, RAM 大小为 3.25 GB。

调节参数  $\gamma$  的选择: 为了分析调节参数对算法

迭代与恢复数据的性能影响, 固定  $X_0$  的尺度因子  $\eta = 1.15$ , 调节参数  $\gamma^k = \gamma^0 / \eta^k$  ( $\gamma^0$  为初始调节值)。设置  $\gamma^0 = \gamma_c \|X_0\|_2^2$ ,  $\gamma_c$  是需要估计的比例因子, 图 1 显示了不同  $\gamma_c$  条件下  $EIRLS_{-p}$  迭代次数  $\kappa$  与数据恢复  $\xi$  的关系。

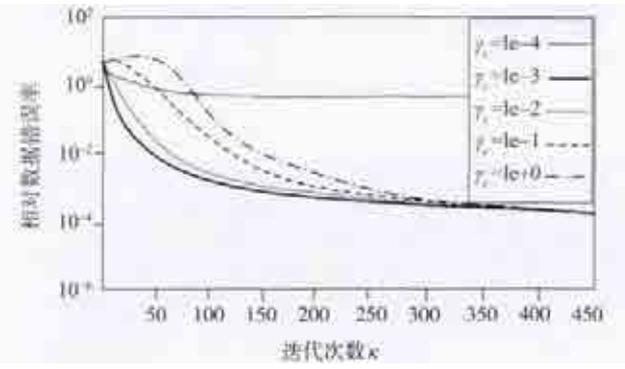


图 1  $n = 500, p = 0, \eta = 1.15$ , 不同  $\gamma_c$  条件下  $EIRLS_{-p}$  算法的实现性能

Fig. 1  $n = 500, p = 0, \eta = 1.15$ , implementation performances of  $EIRLS_{-p}$  to different  $\gamma_c$

由图 1 可见, 当  $\gamma_c < 10^{-3}$  时, 收敛速度较快, 但相对错误率  $\xi$  值较大; 而当  $\gamma_c > 10^{-3}$  时, 相对错误率  $\xi$  较小, 但收敛速度较慢。因此,  $\gamma_c$  的选择是影响  $EIRLS_{-p}$  算法实现性能的关键。由验证实验结果可知, 选择  $\gamma_c = 10^{-3}$ ,  $EIRLS_{-p}$  算法恢复数据的性能最好。

尺度参数  $\eta$  的选择: 设置  $\gamma_c = 10^{-3}$ , 定义秩为  $r$  的矩阵  $X_0$  的自由度为  $r(2n-r)$ , 矩阵  $X_0$  的自由度率  $FR = r \cdot (2n - r) / q$ , 采样率  $SR = q/n^2$ 。通过实际计算过程可知, 如果  $FR > 0.4$  或接近于 1, 算法恢复矩阵  $X_0$  就很困难; 反之, 如果  $FR < 0.4$  或接近于 0, 则恢复  $X_0$  就比较容易。

图 2 表示了  $EIRLS$  算法与尺度参数  $\eta$  的敏感性关系。算法实现时, 当确定  $\gamma^0$  后,  $\eta$  取决于  $X_0$  的秩和  $SR$  的大小。对于不同条件的  $X_0$  实现问题, 我们随机产生 10 个支撑。由图可见, 如果  $X_0$  的秩  $r = 5, 10, 15, FR = 0.18, 0.2, 0.33$  时,  $\eta = 1.15, 1.1, 1.05$ , 算法恢复数据的错误率都较低, 其实现性能都较好。

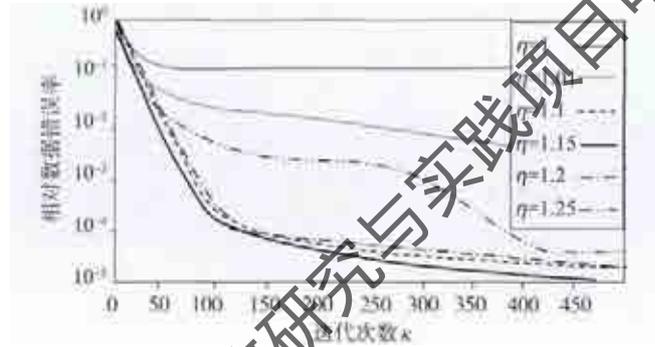


图 2  $n = 500, \gamma_c = 10^{-3}$ , 不同  $\eta$  条件下  $EIRLS$  算法的实现性能

Fig. 2  $n = 500, \gamma_c = 10^{-3}$ , implementation performances of  $EIRLS$  to different  $\eta$

### 3.2 算法的实验结果及其性能比较

算法实现时, 我们认为当数据相对错误率  $\xi \leq 10^{-3}$  时, 表示算法成功恢复了原始信号, 并用 NS 作为成功恢复的次数。实验时选择  $\gamma_c = 10^{-3}$ , 同时, 当  $FR < 0.4$  时, 选择  $\eta = 1.1$ ; 而当  $FR \geq 0.4$  时, 选择  $\eta = 1.03$ 。表 1 列出了当  $FR < 0.4$  时, 在相同实验参数设置下算法的实现性能, 并与 SVT 算法进行了比较。可见,  $EIRLS_{-0}, sEIRLS_{-0}, EIRLS_{-1}, sEIRLS_{-1}$  算法都能够较好地恢复原始数据, 但 SVT 在某些情况下却是无效的。由表也可以看到,  $EIRLS_{-0}$  比  $EIRLS_{-1}$  算法收敛时需要更少

表 1  $EIRLS$  和 SVT 算法的实现性能比较 ( $FR < 0.4$ )

Table 1 Performances comparison for  $EIRLS$  and SVT algorithm ( $FR < 0.4$ )

实验参数设置				$EIRLS_{-1}$		$sEIRLS_{-1}$		$EIRLS_{-0}$		$sEIRLS_{-0}$		SVT	
$n$	$r$	$SR$	$FR$	$\kappa$	时间 /ms	$\kappa$	时间 /ms	$\kappa$	时间 /ms	$\kappa$	时间 /ms	$\kappa$	时间 /ms
100	10	0.57	0.34	131	4.45	130	1.61	53	0.75	55	0.81	170	5.68
200	10	0.39	0.25	136	4.45	137	2.38	58	1.32	61	1.28	109	3.73
500	10	0.2	0.2	158	24.41	161	6	75	9.61	96	4.93	95	5.8
500	10	0.12	0.33	269	37.72	335	13.81	218	22.72	278	11.01	-	-
1 000	10	0.12	0.17	180	113.68	192	32.16	108	55.39	139	20.76	85	10.70
1 000	50	0.39	0.25	139	134.25	138	102.51	50	59.62	58	61.26	81	49.15
1 000	20	0.12	0.33	239	156.03	281	57.81	186	96.18	238	43.04	-	-
2 000	20	0.12	0.17	178	485.19	188	166.21	99	235.91	129	98.51	73	42.30
2 000	40	0.12	0.33	235	810.01	268	322.89	168	432.25	218	227.01	-	-

的迭代次数和更低的计算时间。而在各种情况下， $sEIRLS_{-0}$  算法具有最好的实时性能。

表 2 说明了当  $FR \geq 0.4$  时，算法  $sEIRLS_{-1}$ 、 $EIRLS_{-0}$ 、 $sEIRLS_{-0}$  的实现性能。由表可见，在不同条件下， $EIRLS_{-0}$ 、 $sEIRLS_{-0}$  都能较好地恢复原始数据，但  $sEIRLS_{-1}$  算法在某些情况下是无效的 (SVT 在各种条件下都不能执行，因此这种情况下没有列出)。当  $n > 500$  后，相比其它算法， $sEIRLS_{-0}$  具有更好的实时性能。

由以上的结果可见，在  $sEIRLS_{-p}$ 、 $EIRLS_{-p}$  系列算法中， $sEIRLS_{-0}$  实时性更强、实现性能最好。因此这里，我们主要比较  $sEIRLS_{-0}$  和 IHT 算法的实现性能。在不同情况下，表 3 和 4 分别列举了两种算法实现时的需要的迭代次数、恢复次数 NS 以及计算时间。由表 3 可见，当  $FR < 0.4$  时，两种算法具有一定的可比较性。而当  $FR \geq 0.4$  时，由表 4 可见， $sEIRLS_{-0}$  算法的实现性能明显优于 IHT 算法。

表 2  $EIRLS$  算法的实现性能分析 ( $FR \geq 0.4$ )

Table 2 Performances analyzing for  $EIRLS$  algorithm ( $FR \geq 0.4$ )

实验参数设置				$sEIRLS_{-1}$			$EIRLS_{-0}$			$sEIRLS_{-0}$		
$n$	$r$	$SR$	$FR$	$\kappa$	$NS$	时间 /ms	$\kappa$	$NS$	时间 /ms	$\kappa$	$NS$	时间 /ms
40	9	0.5	0.8	4 705	4	162.2	1 382	10	17.32	2 361	9	30.19
100	14	0.3	0.87	10 000	0	545.81	4 809	10	89.48	5 032	8	114.5
500	20	0.1	0.78	10 000	0	723.52	4 643	8	389.58	5 138	10	315.52
1 000	20	0.1	0.4	643	10	142.81	338	10	182.75	403	10	97.12
1 000	20	0.06	0.66	10 000	0	1 830.92	2 675	10	921.01	2 923	10	484.15
1 000	30	0.1	0.59	1 146	10	295.06	769	10	400.92	909	10	243.19
1 000	50	0.2	0.49	548	10	339	187	10	239.71	268	10	231.21

表 3  $sEIRLS_{-0}$  和 IHT 算法的实现性能比较 (当  $FR < 0.4$  时)

Table 3 Performances comparison for  $sEIRLS_{-0}$  and IHT algorithm ( $FR < 0.4$ )

实验参数设置				$sEIRLS_{-0}$			IHT		
$n$	$r$	$SR$	$FR$	$\kappa$	$NS$	时间 /ms	$\kappa$	$NS$	时间 /ms
100	10	0.57	0.34	55	10	0.81	37	10	0.79
200	10	0.39	0.25	61	10	1.28	44	10	1.49
500	10	0.2	0.2	96	10	4.93	70	10	5.16
500	10	0.12	0.33	278	10	11.01	202	10	8.23
1 000	10	0.12	0.17	139	10	20.76	102	10	17.69
1 000	50	0.39	0.25	58	10	61.26	34	10	80.24
1 000	20	0.12	0.33	238	10	43.04	176	10	34.79
2 000	20	0.12	0.17	129	10	98.51	96	10	90.19
2 000	40	0.12	0.33	218	10	227.01	166	10	202.2

表 4  $sEIRLS_{-0}$  和 IHT 算法的实现性能比较 ( $FR \geq 0.4$  时)

Table 4 Performances comparison for  $sEIRLS_{-0}$  and IHT ( $FR \geq 0.4$ )

实验参数设置				$sEIRLS_{-0}$			IHT		
$n$	$r$	$SR$	$FR$	$\kappa$	$NS$	时间 /ms	$\kappa$	$NS$	时间 /ms
40	9	0.5	0.8	2 361	9	30.19	5 000	0	51.40
100	14	0.3	0.87	5 032	8	114.5	5 000	0	75.63
500	20	0.1	0.78	5 138	10	315.52	5 000	0	583.04
1 000	20	0.1	0.4	403	10	97.12	280	10	72.67
1 000	20	0.06	0.66	2 923	10	484.15	10 000	0	1 175.45
1 000	30	0.1	0.59	909	10	243.19	660	10	213.95
1 000	50	0.2	0.49	268	10	231.21	203	10	186.15

## 4 总结与展望

基于几何影射求矩阵秩最小化问题, 分析了  $EIRLS_{-p}$  和  $sEIRLS_{-p}$  的系列实现算法, 并分析了它们在各种情况下的收敛性和实时性。在零状态空间及其假设条件下,  $EIRLS_{-1}$  算法能够收敛到唯一核范数函数, 这与最低秩矩阵满足几何影射的约束条件是一致的。我们也说明了  $EIRLS_{-0}$  和  $sEIRLS_{-p}$  算法收敛到最小平滑函数的稳定点问题, 并给出了通过梯度投影实现算法的具体结构。在不同条件下的实验结果表明,  $EIRLS_{-0}$  和  $sEIRLS_{-0}$  算法比 SVT 算法具有更好的实现性能。而相比于 IHT 算法, 当矩阵秩信息未知时,  $sEIRLS_{-0}$  算法的性能具有明显的优势。未来的工作, 结合非凸优化问题, 我们主要研究  $EIRLS_{-0}$  和  $sEIRLS_{-0}$  算法的实现效果和收敛率, 并将其尽快应用于信息安全的数据处理研究领域。

### 参考文献:

- [1] ARORA S, DASKALAKIS C, STEURER D. Message-passing algorithms and improved  $lp$  decoding [C] // Proc 41st annual ACM symposium on Theory of Computing, 2009:3 - 12.
- [2] 周燕, 张德丰, 冯子龙. 基于压缩感知的图像哈希水印算法研究 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2010, 49(6): 58 - 63.
- [3] CANDÈS E J, RECHT B. Exact matrix completion via convex optimization [J]. Foundations of Computational Mathematics, 2009, 9(6): 717 - 772.
- [4] CANDÈS E J, BECKER S. Software for singular value thresholding algorithm for matrix completion [EB/OL]. Available at <http://svt.caltech.edu/code.html>. 2010.
- [5] 杨海蓉, 张成, 丁大为, 等. 压缩感知理论与重构算法 [J]. 电子学报, 2011, 39(1): 142 - 147.
- [6] CANDÈS E J, WAKIN M B, BOYD S. Enhancing sparsity by reweighted  $l_1$  minimization [J]. Journal of Fourier Analysis and Applications, 2008, 14(5): 877 - 905.
- [7] DAUBECHIES I, DEVORE R, FOMASIER M, et al. Iteratively re-weighted least squares minimization for sparse recovery [EB/OL]. <http://arXiv.org/abs/0807.0575>. 2008.
- [8] MOHAN K, FAZEL M. Reweighted nuclear norm minimization with application to system identification [C] // Proc. American Control Conference (ACC), 2010: 2953 - 2959.
- [9] CHARTRAND R, STANEVA V. Restricted isometry properties and nonconvex compressive sensing [J]. Inverse Problems, 2008, 24(035020): 1 - 14.
- [10] CHARTRAND R, YIN W. Iteratively reweighted algorithms for compressive sensing [C] // 33rd International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), 2008: 3869 - 3872.
- [11] KARTHIK M, MARYAM F. Iterative reweighted least squares for matrix rank minimization [C] // Forty-Eighth Annual Allerton Conference, USA, 2010: 653 - 661.
- [12] GOLDFARD D, MA S. Convergence of fixed point continuation algorithms for matrix rank minimization [R]. Technical Report, Available at <http://www.columbia.edu/~sm2756/FPCAconvergence.pdf>. 2009.
- [13] GROSS D, LIU Y K, FLAMMIA S T, et al. Quantum state tomography via compressed sensing [EB/OL]. Preprint available at <http://arxiv.org/PS/cache/arxiv/pdf/0909/0909.3304v2.pdf>. 2010.
- [14] 魏木生. 广义最小二乘问题的理论和计算 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 161 - 165.
- [15] MEKA R, JAIN P, DHILLON I S. Guaranteed rank minimization via singular value projection [EB/OL]. Available at <http://arxiv.org/abs/0909.2009>. 2009: 54 - 57.
- [16] LEE K, BRESLER Y. ADMIRA: Atomic decomposition for minimum rank approximation [EB/OL]. Available at <http://arxiv.org/abs/0905.0044>. 2009.
- [17] LU Z, PONG T K. Interior point methods for computing optimal design [EB/OL]. Available at <http://arxiv.org/PS/cache/arxiv/pdf/1009/1009.1909v1.pdf>. 2010.
- [18] 练秋生, 周婷. 结合字典稀疏表示和非局部相似性的自适应压缩成像算法 [J]. 电子学报, 2012, 40(7): 1416 - 1422.

# 一种基于 FPGA 的 IPv6 主机数据传输模块设计

谢凯<sup>1</sup>, 谢舜道<sup>1</sup>, 陈荣军<sup>1,2</sup>, 谭洪舟<sup>1</sup>

(1. 中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510006; 2. 中山大学 南方学院 广东 广州 510970)

**摘要:** 针对在未来 IPv6 互联网中主机的应用, 设计了一种优化缓存结构的精简 IPv6 硬件协议栈数据传输方案, 并完成了硬件方案的 Verilog HDL 设计和测试的工作。该方案整合了在 FPGA 上设计的专用集成电路设计 (ASIC) 以及 DM9000 芯片, 能够在 IPv6 网络环境中实现无状态地址自动配置、地址解析、回送应答和 UDP 传输的功能, 此外还针对网络主机的结构提出了一种低资源消耗、自我管理的缓存结构。经过测试和应用, 该方案 UDP 传输速率超过 28Mbps, 并具有可移植性强、资源消耗低、工作稳定的特点, 能够满足视频流、音频流等多种大数据量的数据传输。

**关键词:** 互联网; IPv6; 主机; ASIC; FPGA; 硬件协议栈

中图分类号: TN495

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2013)19-0005-04

## Data transmission hardware design of IPv6 host based on FPGA

XIE Kai<sup>1</sup>, XIE Shun-dao<sup>1</sup>, CHEN Rong-jun<sup>1,2</sup>, TAN Hong-zhou<sup>1</sup>

(1. School of Information Science and Technology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China

2. Nanfang college of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510970, China)

**Abstract:** Aiming at the host in the future IPv6 network, a data transmission hardware scenario of reduced IPv6 protocol with optimized cache structure is designed using Verilog HDL. This scenario integrated the ASIC design on FPGA and the DM9000 chip, which can perform stateless auto-configuration, address resolution, echo response and UDP transmission. Also, a low-resource-consumption and self-managed cache structure is built in this scenario. In the final test, the data rate exceeds 28Mbps, making it appropriate to transmit video stream, audio stream and other data in IPv6 network.

**Key words:** network; IPv6; host; ASIC; FPGA; hardware protocol stack

自从互联网工程任务组(IETF)定义了 IPv6 协议的基本架构, 传统互联网便迎来了变革<sup>[1]</sup>。伴随着 IPv4 地址的耗尽, IPv6 互联网协议凭借其在地址资源、安全机制、寻址机制、实时交付服务等方面的优势成为未来互联网的发展趋势<sup>[2-3]</sup>。同时, 在科研和工程领域, 越来越多的设备需要接入互联网, 尤其是简易的主机。而传统的 IPv4 协议已经成为了一个掣肘。因此, 针对 IPv6 网络中的节点研发一种高效、低资源消耗的网络传输方案成为了不可避免的问题。在传统的方案中, 采用嵌入式系统的软件 IPv6 协议栈会提高互联网主机的资源消耗<sup>[4]</sup>、开发难度<sup>[5]</sup>和大规模部署的成本, 不利于在 IPv6 网络中进行大规模应用。对此, 有学者提出软件与硬件协议栈共存的设计方案实现完整 IPv6 协议<sup>[6]</sup>, 但其完整协议的结构复杂, 不利于互联网技术的应用和维护。2008 年, 中国学者许川佩和郝锐实现了精简 IPv6 硬件协议栈<sup>[6]</sup>, 但在实现过程中缺少了默认路由表、前缀列表和邻节点高速缓存表, 将降低数据发送的效率。

目前, FPGA 作为现代集成电路设计验证的主流技术, 具有现场可编程特性, 是硬件系统设计中必不可少的设备之

一。以 FPGA 作为本方案的开发平台, 可以对使用 Verilog HDL 语言综合后的逻辑设计进行验证, 降低开发成本, 提高开发效率。

综上所述, 基于 FPGA 技术进行针对未来 IPv6 主机设计硬件化的网络传输方案设计, 裁剪不必要的协议功能并优化缓存结构, 实现数据的高效传输变得非常重要。

## 1 总体设计方案

本方案主要针对 IPv6 互联网主机而设计, 主要负责通过 UDP 协议实现如视频流、音频流等实时的大数据量传输。同时, 在接入互联网后, 还要对自身进行相应的配置。在满足应用要求的前提下, 该方案对 IPv6 协议进行了部分简化, 仅保留了部分常用功能, 并进行了如下的界定:

- 1) 支持全球地址单播地址和链路本地单播地址;
- 2) 支持重复地址检测功能;
- 3) 支持无状态自动配置功能;
- 4) 支持地址解析功能(邻居发现);
- 5) 支持回送应答功能;
- 6) 支持 UDP 传输。

收稿日期: 2013-03-19

稿件编号: 201303234

基金项目: 国家自然科学基金-广东省联合基金重点项目(U0935002); 广东省科技厅高新区引导项目(2010A011300018)

作者简介: 谢凯(1990—), 男, 广东广州人。研究方向: 专用集成电路设计、电路与系统设计。



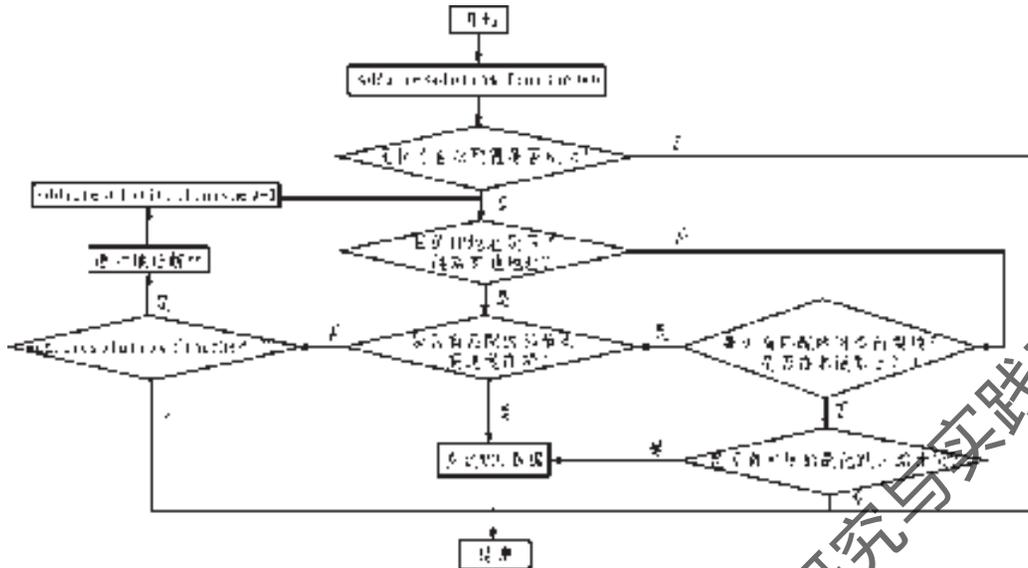


图3 UDP报文发送流程图

Fig. 3 Flow chart of the UDP packet transmission

1)若接收到路由器公告报文,则调用ICMPv6数据更新模块将路由前缀、前缀长度、有效时间等信息更新至未使能或者剩余有效时间最短的前缀信息表中,并触发使能位,使该项有效;而后,将默认路由的MAC地址、优先级、有效时间等信息更新至未使能或者剩余有效时间最短的默认路由表中,并触发使能位,使该项有效。

2)若接收到邻节点请求报文,则根据邻节点公告报文的格式组成邻节点公告报文并由DM9000驱动模块进行发送。

3)若接收到邻节点公告报文,则调用ICMPv6数据更新模块将邻节点的IP地址、MAC地址、生存时间更新至未使能或者剩余生存周期最短的邻节点高速缓存表中,并触发使能位,使该项有效;

4)若收到回送请求(PING)报文,则触发ICMPv6报文生成模块,根据标示符(ID)和序列号(Sequence)产生回送请求报文并有DM9000驱动模块进行发送。

### 2.5 外部接口模块及配置寄存器模块

要在IPv6网络中正常运行,需要用户在进行网络参数的配置和对模块的控制。通过这个接口,外部微处理器可以在配置寄存器模块中写入MAC地址、UDP报文目的IP地址、UDP端口信息等网络配置的信息和控制命令(初始化、状态

自动配置启动、UDP报文发送)。同时,模块中运行结果的反馈信息也存储在配置寄存器中,以供用户读取,方便用户检测模块的运行状态。此外,通过外部接口用户还可以在UDP发送数据寄存器模块写入发送数据或从UDP接收数据寄存器模块读出接收数据。

## 3 应用测试

测试的网络环境为中山大学的校园网,该网络属于IPv4与IPv6共存的网络环境。在测试中,以Altera公司的DE2-70 FPGA开发板作为测试平台,搭建50 Mhz定制的NIO S II的微处理器对整个方案进行控制。在方案中,工作频率为50 MHz,DM9000工作频率为25 MHz,使用源MAC地址0001-0203-0405用以生成EUI-64接口(201:2ff:fe03:405)。在完成DM9000的初始化后,首先进行无状态地址自动配置(包括重复地址检测),验证源IP地址fe80::201:2ff:fe03:405的合法性,通过路由公告报文获取全球地址2001:250:3002:4290:201:2ff:fe03:405。此后,写入UDP发送命令,进行了UDP数据(每包长度为1502字节)的传输测试(其中包括了缓存表项的匹配和地址解析过程),其结果如下表1所示。

表1 数据发送速度测试结果  
Tab. 1 Statistics of the data rate test

序号	连接方式	发送时间/s	发送数据长度/byte	测试结果/Mbps
1	在同一个链路内与计算机相连	610.601	1 501 864*1 502	28.186
2	在同一个链路内与计算机相连	827.985	2 034 531*1 502	28.158
3	在同一个链路内与计算机相连	1 034.214	2 541 820*1 502	28.164
4	直接与计算机相连	407.204	1 002 115*1 502	28.200
5	直接与计算机相连	603.403	1 484 161*1 502	28.186
6	直接与计算机相连	705.503	1 736 399*1 502	28.204

经过对结果的统计计算,测试结果表明该方案在50 MHz的系统频率下,UDP的传输速率超过了28 Mbps。

## 4 结 论

本方案所设计的 IPv6 互联网主机设计的硬件网络层传输方案在 FPGA 开发板上得到了验证。针对网络中主机应用而裁剪的 IPv6 协议,在减少资源消耗、保证发送效率的前提下,能够顺利地实现无状态地址自动配置、地址解析、回送应答和 UDP 传输功能。并且 UDP 数据的传输速率超过 28 Mbps,使不同类型的互联网主机都能够在 IPv6 网络中进行大数据量的传输。同时,该方案的硬件设计使用主流的 Verilog HDL 进行设计,可进行仿真和综合,并可应用于集成电路设计,能够加速 IPv6 互联网节点专用集成电路的开发。

参考文献:

- [1] Vinton G. CERF. On the evolution of Internet Technologies[J]. Proceedings of the IEEE, 2004, 92(9):1360-1370.
- [2] Jung M, Reinisch C, Kastner W. Integrating Building Automation Systems and IPv6 in the Internet of Things[C]// Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS) Sixth International Conference, 2012: 683-688.
- [3] Jara A J, Zamora M A, Skarmeta A. Global IP: an adaptive

and transparent IPv6 integration in the Internet of Things[J]. Mobile Information Systems, 2012, 8(3):177-197.

- [4] SHI Yun-feng, JIN Chuan, GAO Feng. The solution of ethernet based on hardware protocol stack W5300 and FPGA [C]// Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), 2011, 3:1328, 1331, 12-14.
- [5] Ariane Keller, Daniel Borkmann, Stephan Neuhaus. Hardware support for dynamic protocol stacks [C]// 8th ACM/IEEE Symposium on Architectures for Networking and Communications Systems, 2012: 75-76.
- [6] XU Chuan-pei, RAO Rui. Design of reduced IPv6 stack based on FPGA[J]. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(28):113-115.
- [7] Joseph Davies. 深入解析 IPv6[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [8] 李娜. 基于 IPv6 的无线传感器网络关键技术研究[J]. 现代电子技术, 2012(16): 82-85.  
LI Na. Key technology research of wireless sensor network based on IPv6 [J]. Modern Electronics Technique, 2012(16): 82-85.

(上接第 4 页)

- WU HUA, YANG AN-qi. Distributed file system recovery mechanism research[J]. Micro computer information, 2006 (24):33-34.
- [2] 王雪涛, 刘伟杰. 分布式文件系统[J]. 科技信息: 学术研究, 2006(11):56-57.  
WANG XUE-tao, LIU WEI-jie. Distributed file system [J]. Science and Technology Information, 2006(11):56-57.
- [3] 王家华, 康国庆. 基于 java 平台的分布式文件系统设计[J]. 科技资讯, 2007(36):35-37.  
WANG JIA-hua, KANG GUO-qin. Distributed file system design based on the Java platform[J]. Science and technology information, 2007(36):35-37.
- [4] 武国强, 林宝军, 张善从. 基于 PCI Express 的闪存存储系统设计[J]. 计算机工程, 2011(18):43-45.  
WU GUO-qiang, LIN BAO-jun, ZHANG SHAN-cong. Flash memory storage system design based on PCI Express [J].

Computer Engineering, 2011(18):43-45.

- [5] 李鑫, 李战怀, 张晓. 面向海量存储的文件系统评测基准[J]. 计算机工程, 2011(15):44-46.  
LI Xin, LI Zhan-huai, ZHANG Xiao. File system evaluation benchmark for mass storage[J]. Computer Engineering, 2011(15):44-46.
- [6] FENG Zhigao. Research on the Real-Time Simulation System Design for Missile Based on RT-LAB [J]. JCIT, 2012, 7(11): 198-200.
- [7] Park W Y, Shin S J, Kwack K D. Scheme for Raising Effectiveness of Servers by Log Management of RAID System [J]. RNIS, 2011(7):505-509.
- [8] Xiaojun Liu, Zhengquan Xu. Study on Storage System Performance Evaluation in Complex Application Environment [J]. JCIT, 2012, 7(13):44-45.

**欢迎投稿！ 欢迎订阅！ 欢迎刊登广告！**

国内刊号: CN61-1477/TN

国际刊号: ISSN 1674-6236

在线投稿系统: <http://mag.ieechina.com>

[dzsjgc@vip.163.com](mailto:dzsjgc@vip.163.com) (广告)

地 址: 西安市劳动南路 210 号 5-1-3 信箱

邮政编码: 710082

# 基于 LEON3 的 SoC 平台搭建与流水灯控制验证

陈荣军<sup>1</sup>, 刘松劲<sup>2</sup>, 谭洪舟<sup>2</sup>, 丁颜玉<sup>3</sup>

(1. 中山大学南方学院, 广东 广州 510197; 2. 中山大学信息科学与技术学院, 广东 广州 510006;

3. 广州市加信电子有限公司, 广东 广州 510663)

**摘要:** 随着芯片设计技术的快速发展, 基于 SoC 的开发平台已成为 IC 设计业界的热点, 对 SoC 应用设计平台需求越来越多, 同时对其性能要求也越来越高。因此本文提出了一种基于 LEON3 的精简的, 灵活的, 高性能的硬件平台的搭建方案, 通过介绍基于 32 位的开源 LEON3 处理器, 并将其与其他开源处理器比较, 讨论了 LEON3 在开源、配置灵活以及强大的功能等方面的优势, 最后通过在 LEON3 平台运行流水灯程序, 验证了平台的可行性, 达到预期效果。

**关键词:** FPGA; LEON3; SoC; DE2-115

中图分类号: TP332

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2013)04-0008-03

## SoC platform build and water lights control verification based on LEON3

CHEN Rong-jun<sup>1</sup>, LIU Song-jin<sup>2</sup>, TAN Hong-zhou<sup>2</sup>, DING Yan-yu<sup>3</sup>

(1. Nanfang college of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510970, China;

2. School of Information science and technology, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China;

3. Guangzhou kansig electronics technology inc., Guangzhou, 510663, China)

**Abstract:** With the rapid development of chip design technology, the development platform based on SoC has become the hotspot of the IC design industry. There is more and more demand on the SoC application design platform, at the same time increasing its performance requirements. This article proposes a streamlined, flexible, high-performance hardware platform based on LEON3 which is an open-source, 32-bit processor. What's more, the article talks about LEON3's advantages of open source, configuration flexibility and powerful features and so on, by comparing with other open-source processors. Finally run water lights program on the LEON3 platform to verify the feasibility of the platform, and having achieved the desired effect.

**Key words:** FPGA; LEON3; SoC; DE2-115

当前芯片设计业正面临着一系列的挑战, 系统芯片 SoC 已经成为 IC 设计业界的焦点, SoC 性能越来越强, 规模越来越大。LEON 是 Gaisler Research 公司研发的基于 SPARC V8 (IEEE-1754) 架构的开源处理器 IP 核。它的源码为可综合的 VHDL 代码, 并且是开源的, 符合 SPARC 标准。LEON 系列处理器主要包括 3 款: LEON1, LEON2, LEON3。目前, LEON3 凭着其诸多优势在 FPGA 和 ASIC 上有着巨大的应用场景<sup>[1]</sup>。相比传统的处理器 IP 核, LEON3 配置灵活, 成本低, 性能高, 更适宜 SoC 平台开发, 文中为基于 LEON3 的 SoC 平台设计提供一个良好的参考方案。

## 1 主流免费处理器 IP 核

目前开放性源码已经从软件 (Linux、GCC 等) 扩展到硬件, 对于嵌入式软核处理器来说, 出现了像 OpenCores 这样专门发布免费的 IP 核源代码的组织。目前, 免费的 32 位嵌入式软核处理器有: Gaisler Research 公司的 LEON2/LEON3、

OpenCores 组织公布的 OR1200 和 Altera 公司的 Nios II。这 3 种开放性处理器凭借其高性能, 低成本, 良好的可配置型和完善的开发环境, 受到了学术界和工业界的普遍重视<sup>[2]</sup>, 表 1 对这 3 种软核进行比较<sup>[3]</sup>。

表 1 主流 32 位免费处理器比较  
Tab. 1 Comparison of mainstream 32 free processor

CPU Core	Architecture	License	Pipeline	MMU	FPU	Area(Les)
LEON2	SPARC-v8	Open-source (GPL)	5	Y	Y	5 000
LEON3	SPARC-v8	Open-source (GPL)	7	Y	Y	3 500
Open- RISC1200	Open- RISC1000	Open-source (GPL)	5	Y	N	6 000
Nios II/f	Nios II	Proprietary	6	Y	opt	1 800
Nios II/s	Nios II	Proprietary	5	N	opt	1 170

由表 1 可以看到, 对比 OR1200 和 Nios II, LEON3 拥有 7 级流水线, 指令周期短, 内存管理单元 (MMU) 和浮点运算单

收稿日期: 2012-12-18

稿件编号: 201212145

基金项目: 广东省高新技术产业开发引导专项资金项目 (2010A011300018)

作者简介: 陈荣军 (1978—), 男, 陕西澄城人, 硕士, 讲师。研究方向: 嵌入式系统开发, 智能信息处理, 网络与信息控制等。

-8-

元(FPU)等,性能优越。此外它还是开源代码,配置、移植灵活,占用资源比较少,综合考虑,可以看出 LEON3 相比其他处理器 IP 核,有着明显优势。

## 2 基于 LEON3 的 SoC 平台的搭建

### 2.1 系统设计框架

LEON3 内部包含 7 级整数流水线。支持硬件乘/除法器以及分立的指令与数据缓存(Harvard 结构)。LEON3 通过高速的 AMBA AHB 总线连接内存控制器、USB 接口、JTAG 接口等高速外部接口,低速的 AMBA APB 总线实现片上外设的接口,如定时器、串口、VGA 等<sup>[4]</sup>。其系统框图如图 1 所示。

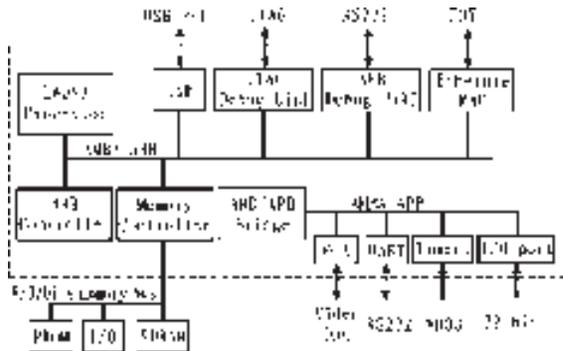


图 1 系统框图

Fig. 1 System block diagram

### 2.2 系统设计方法

#### 2.2.1 系统开发环境

确定 LEON3 平台系统框架后,接下来配置硬件平台搭建环境,其开发环境如下:

1) 硬件条件 使用开发板:DE2-115,FPGA 芯片为:Cyclone II, EP2C70, Altera Inc.

2) 软件条件 在 win 7 系统安装虚拟机,VMware 7.0,然后再虚拟机上安装 Linux 系统:Red Hat Enterprise Linux 5。在 linux 环境下进行硬件配置。安装 grmon2-eval,用其下载硬件 sof 文件,查看硬件信息。

#### 2.2.2 硬件平台搭建步骤

在配置好硬件平台开发环境后,接下来按照步骤进行平台搭建,其流程图如图 2 所示。



图 2 硬件平台搭建步骤

Fig. 2 Procedure of designing hardware platform

在 Gaisler Research 官网下载 LEON3 源代码,然后解压,在 Linux 环境下,找到目标板的文件目录,使用命令 make xconfig 进行各个硬件模块的配置,界面如图 3 所示,配置信息会写入 config.vhd 文件中<sup>[5]</sup>。

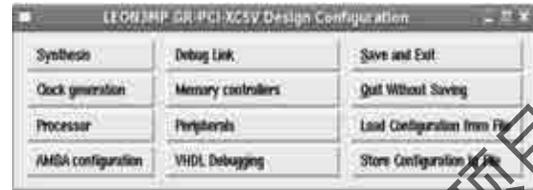


图 3 LEON3 配置界面

Fig. 3 Configuration interface of LEON3

然后使用命令 make quartus 建立工程(PC 机上需要预先安装 quartus ii 这个软件),使用软件 quartus ii 编译整个工程生成 sof 文件,最后把 sof 文件下载到 FPGA 开发板。

安装软件 GRMON 并打开,使用命令 info sys,可以看到 LEON3 内核的硬件地址信息,如图 4 所示,说明 LEON3 硬件平台搭建完成。

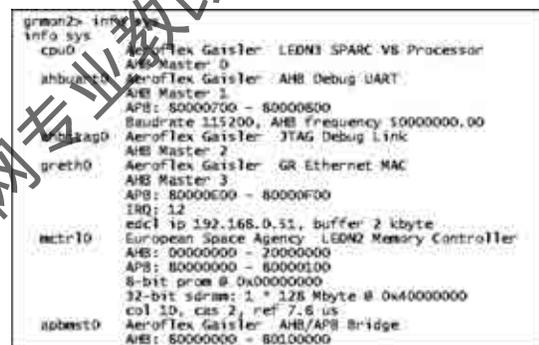


图 4 LEON3 硬件地址信息

Fig. 4 Hardware address information of LEON3

## 3 基于 LEON3 的 SOC 平台流水灯控制验证

在搭建好 LEON3 硬件平台后,我们在 windows 平台,编写流水灯程序,使用 sparc-elf-3.4.4-mingw 进行编译<sup>[6]</sup>,再用 grmon2-eval 下载到 FPGA 目标板,使用命令 go,运行程序,可以看到 LED 灯依次闪烁,说明验证成功。

### 3.1 硬件平台验证环境

1) 硬件条件

- ① 开发板:DE2-115
- ② FPGA:Cyclone II, EP2C70, Altera Inc.

2) 软件条件

- ① Cygwin
- ② sparc-elf-3.4.4-mingw
- ③ grmon2-eval

### 3.2 编写流水灯程序

使用 grmon2-eval 得到的 LEON3 各个模块以及 PIO 的地址信息,编写流水灯程序。LEON3 的 PIO 偏移地址信息如表 2 所示。

表2 PIO偏移地址信息  
Tab. 2 Offset address information of PIO

APB address offset	Register
0x00	I/O port data register
0x04	I/O port output register
0x08	I/O port direction register
0x0C	Interrupt mask register
0x10	Interrupt polarity register
0x14	Interrupt edge register
0x18	Bypass register
0x1C	Reserved
0x20-0x3C	Interrupt map register(s)

硬件地址信息映射 PIO 部分代码:

```
#define PIO_BASE 0x80000900
typedef struct
{
    unsigned long int IDATA;
    unsigned long int ODATA;
    unsigned long int DIRECTION;
}PIO_STR;
#ifndef _LED
#define LED ((PIO_STR*) PIO_BASE)
#endif
```

### 3.3 编译并下载流水灯程序

安装 sparc-elf-gcc, 使用命令: sparc-elf-gcc-g-02 LED.c -o LED-msoft-float 编译代码 LED.c 生成可执行程序 LED。

打开软件 GRMON, 使用命令: load LED 把可执行程序 LED 下载到目标系统。最后使用命令: go, 运行程序, 如图 5 所示。

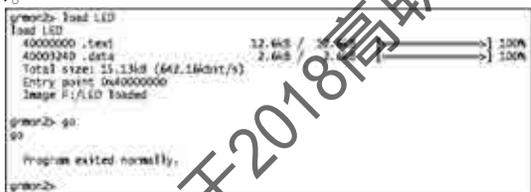


图5 下载并运行程序

Fig. 5 Download and run the program

运行程序后, 如图 6 所示, 可以观察到测试平台上 8 盏 LED 灯依次闪烁, SOC 平台验证成功。

## 4 结束语

LEON3 处理器以其高性能、低成本和配置灵活等优势在 SoC 应用上有着广泛的应用。本文使用开源的硬件代码, 提出了一个比较详细的基于 LEON3 平台的精简的, 灵活的 SoC



图6 LED 灯

Fig. 6 LED lights

平台开发流程, 并编写流水灯程序, 验证平台搭建成功, 为 LEON3 开发提供了很好的参考[7]。

参考文献:

- [1] LUO Pei, ZHANG Jian. A high reliable SOC on-board computer based on Leon3[C]//IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2012.
- [2] 徐敏, 孙悦. 开源软核处理器 OpenRisc 的 SOPC 设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- [3] I-CODE TECHNOLOGIES. Soft CPU Cores for FPGA .1-CODE TECHNOLOGIES.[EB/OL]. (2012). <http://www.1-core.com/library/digital/soft-cpu-cores/>
- [4] LI Xue-mei, HOU Li-gang. The FPGA prototyping implementation of LEON3 SoC [C]//IEEE Conference Publications on Industrial Control and Electronics Engineering (ICICEE), 2012.
- [5] ZHOU Zhong-hua, WU Wu-chen. A SoPC design based on LEON3 SoC platform [C]//1st Asia Pacific Conference on Postgraduate Research in Microelectronics and Electronics, 2009.
- [6] 李林, 张晓林, 杨希. 基于 LEON 开源软核的 SoC 平台构建与测试[J]. 单片机与嵌入系统, 2007(1): 32-35.  
LI Lin, ZHANG Xiao-lin, YANG Xi. Construction and testing of SoC platform based on the LEON open source soft-core[J]. Microcontroller and Embedded Systems Applications, 2007.
- [7] 熊来红, 高健, 汪皓钰. COM 技术和遗传算法在无功优化软件开发中的应用[J]. 陕西电力, 2011(12): 22-26, 75.  
XIONG Lai-hong, GAO Jian, WANG Hao-yu. Application of com technology and genetic algorithms in power reactive optimization software design[J]. Shaanxi Electric Power, 2011 (12): 22-26, 75.

# 一种基于 Select 函数的嵌入式网络通信信息转发机制设计

陈荣军<sup>1</sup>, 谢舜道<sup>2</sup>, 谭洪舟<sup>2</sup>, 李飞<sup>3</sup>, 杨宇杰<sup>1</sup>

(1.中山大学南方学院 广东 广州 510197; 2.中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510006; 3.广州市加信信息技术有限公司, 广东 广州 510663)

**摘要:**为了解决在嵌入式网络多对多通信中出现网络拥塞造成网络性能指标下降、引起网络带宽资源浪费的问题, 基于 Select 函数, 提出一种单一进程的多目标睡眠等待的信息转发机制方法, 当睡眠进程等待的几个目标通道中的任何一个有输入数据时, 相应的设备驱动程序把睡眠中的进程唤醒。这样, 既达到了进程与多个数据通道进行通信的目的, 又避免使用报文队列增加资源消耗的弊端, 使信息转发保持了较高的效率。该机制已经在 Linux 平台上实现并通过测试。

**关键词:** 嵌入式; 网络通信; 网络拥塞; 信息转发; Select 函数

**中图分类号:** TP338 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2013)01-0025-04

## Design of information Forwarding Mechanism in Embedded Network Communication Based on Select Function

CHEN Rong-jun<sup>1</sup>, XIE Shun-dao<sup>1</sup>, TAN Hong-zhou<sup>1</sup>, LI Fei<sup>2</sup>, YANG Yu-jie<sup>1</sup>

(1.Nanfang College of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510970, China; 2.School of Information Science and Technology, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510006, China; 3. Guangzhou Kansig Electronic Technology Inc., Guangzhou 510663, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of waste of network bandwidth resource caused by network congestion in embedded network multi point communication, put forward a kind of single process multi objective sleep method of information forwarding based on Select function. When there is data input in any data channel relative to the process, the corresponding device drivers will wake up the process. So, it can achieve the purpose of communicate with multiple data channels, but also to avoid the use of message queue witch increases resource consumption, making the information forwarding to maintain higher efficiency. This mechanism has been implemented on the Linux platform and tested.

**Key words:** embedded; network communications; network congestion; information forwarding; select function

嵌入式系统正日益得到广泛的应用, 随着嵌入式系统的研究和应用的进一步深入, 嵌入式系统将向网络化、智能化、规范化、集成化方向发展, 在嵌入式网络通信中, 网络拥塞容易造成数据传输、抖动和吞吐量等 QoS(Quality of Service) 性能指标下降<sup>[1]</sup>。为了提升嵌入式网络性能, 近几年对网络拥塞问题及解决办法的研究也日益增多, 如文献[2-4]就是从嵌入式网络通信不同应用中的网络拥塞问题进行研究。该文从嵌入式 Linux 技术的应用开发基础出发, 提出一种基于 Select 函数<sup>[5-7]</sup>的嵌入式网络通信信息转发机制, 很好地改善了网络拥塞问题, 实现对嵌入式网络通信性能的提升。

## 1 信息转发机制的思路

在嵌入式网络应用系统中, 服务器常常需要同时监视多个用户, 即若干个 I/O 通道, 等待来自其中任何一个通道的输入数据并作出反应。Linux 把一切对 socket 的操作视为对文件的操作, 当多个用户连接时, 也就意味着多个文件被打开。当已打开文件是常规文件时, 从文件的读出宏观上是同步的, 只要尚未读到文件的末尾, 虽然启动读操作的进程也可能受阻而进入睡眠, 等待用户发送信息, 但是这个进程在一个有限的短时期以后一定会被唤醒, 这个时期的长短在很大程度上是可预测的。如果已经信息发送完, 则更是立即就可知道。可是, 对于多用户同时连接就会出现网络阻塞。

为了实现多方通信, 一种方法是系统采用查询方式轮流查询各个通道, 就是把应用进程先通过系统调用 fcntl() 使通道的 O\_NONBLOCK 标志位设成 1, 然后再通过系统调用 read(), 此时如果没有数据可读就会立即返回-1, 而不会进入睡眠。这种方法从应用进程本身的角度看虽然可以达到目的, 但是从系统的角度看却大大降低了系统的效率, 在多数情况下是不可接受的。另外一个方法利用进程间通信机制中的报文队列, 用一个报文队列来作为输入数据的汇集点。但是 Linux 为每个用户设立一个服务进程, 这个进程就监视用户一个通道, 只要有输入就把它转换成报文, 并发送到指定的报文队列中, 在相反的方面上, 对来自进程间通信

收稿日期: 2012-11-02

基金项目: 广东省高新技术产业开发区引导专项项目资金项目(2010A011300018)

作者简介: 陈荣军(1978-), 男, 陕西澄城县人, 硕士, 讲师, 研究方向为嵌入式系统开发, 智能信息处理, 网络与信息控制等。

管道的数据也可以作相似的处理。这样方法虽好,但系统中多了两个进程,增加了进程调度的负担,也会降低系统的效率。

因此,综合上面的方法,最好的方法是把进程的单一目标的睡眠等待变成多目标的睡眠等待实现信息转发机制。这样只要应用进程说明确定好等待的目标是哪几个通道,当这几个通道中的任何一个有输入数据时,相应的设备驱动程序就会把睡眠中的进程唤醒。这样,既达到了嵌入式多方通信的目标,又保持了系统较高的效率。

## 2 转发机制的设计

### 2.1 底层函数设计

在linux系统中,接收函数recv是阻塞型I/O,如果不加处理,程序将一直停留在recv函数中阻塞等待,一直等到接收完数据才会执行下一条语句,这样就大大降低了程序的效率,也难以实现多个机型之间的对话。本设计中用了Select函数,统一管理连接到服务器的socket,大大提升了程序运行的效率。

select函数支持I/O复用的系统调用,该函数允许进程指示内核等待多个事件中的任何一个发生,并仅在有一个或多个事件发生或经历一段指定的时间后才唤醒它。

格式为:

```
int select(intmaxfdp1, fd_set *readset, fd_set *writset, fd_set * exceptset, const struct timeval *timeout);
```

返回:就绪描述字的正数目,0-超时,-1-出错。

从该函数的最后一个参数开始介绍,它告知内核等待所指定描述字中的任何一个就绪可花多少时间。其timeval结构用于指定这段时间的秒数和微秒数。

这个参数有三种可能:

- (1)永远等待下去:仅在有一个描述字准备好I/O时才返回。为此,将该参数设置为空指针。
- (2)等待一段固定时间:在有一个描述字准备好I/O时返回,但是不超过由该参数所指向的timeval结构中指定的秒数和微秒数。
- (3)根本不等待:检查描述字后立即返回,这称为轮询。为此,该参数必须指向一个timeval结构,而且其中的定时器值必须为0。

中间的三个参数readset、writset和exceptset指定要让内核测试读、写和异常条件的描述字。如果某一个的条件不感兴趣,就可以把它设为空指针。struct fd\_set可以理解为一个集合,这个集合中存放的是文件描述符,可通过以下四个宏进行设置:

- (1)清空文件描述符集合: void FD\_ZERO(fd\_set \*fdset)。
- (2)将一个给定的文件描述符加入集合之中: void FD\_SET(int fd, fd\_set \*fdset)。
- (3)将一个给定的文件描述符从集合中删除: void FD\_CLR(int fd, fd\_set \*fdset)。
- (4)检查集合中指定的文件描述符是否可以读写: int FD\_ISSET(int fd, fd\_set \*fdset)。

目前支持的异常条件只有两个:

- (1)某个套接口的带外数据的到达。
- (2)某个已置为分组方式的伪终端存在可从其主端读取的控制状态信息。

第一个参数maxfdp1指定待测试的描述字个数,它的值是待测试的最大描述字加1(因此将该参数命名为maxfdp1),描述字0、1、2...maxfdp1-1均将被测试。

### 2.2 具体设计与实现

#### 2.2.1 总体设计流程

本设计实现的是多用户之间通信的功能。多用户之间信息转发的机制建立在服务器用户信息管理的基础上,设计的一种实时通信方式。操作流程如图1所示。

#### 2.2.2 实现的核心代码

本系统信息转发机制部分核心代码如2所示,服务器管理128个用户连接请求,以select函数待其管理,当有用户发送请求时,select函数管理的文件描述符集合中的某一位就会发生变化,select返回值改变,从而建立通信通道。

```
/* 清空文件描述符集 */
FD_ZERO(&rfdset);
/* 设置监听 socket 到文件描述符集中 */
FD_SET(ssocket, &rfdset);
/* 设置所有已经连接的客户端的 socket 到文件描述符集中 */
for (i = 0; i < 128; i++)
{
    if (stInfo[i].csocket != 0)
    {
        FD_SET(stInfo[i].csocket, &rfdset);
    }
}
```



图1 服务器数据处理

```

/* 设置select超时时间为1s */
timeout.tv_sec = 1;
timeout.tv_usec = 0;
/* select客户端发起的连接请求和发送数据的请求 */
ret = select(maxfd + 1, &rfdset, NULL, NULL, &timeout);

/* 返回值大于0表示有需要处理的数据 */
if (ret > 0)
{
    /* 判断是否有新客户端发起连接请求 */
    if (FD_ISSET(ssocket, &rfdset))
    {
        /* 准备accept客户端的请求 */
        cin.sin_family = AF_INET;
        len = sizeof(struct sockaddr);
        tsocket = accept(ssocket, (struct sockaddr*)&cin, &len);
    }
}

```

图2 部分核心代码

此复印件仅用于2018高职本科物联网专业教改研究与实践项目申请

### 3 转发机制的测试

#### 3.1 转发机制的测试环境

转发机制的调试环境是:

服务器操作系统: Red Hat Enterprise Linux 5

内核版本: Linux localhost.localdomain 2.6.30.4

客户端操作系统: Red Hat Enterprise Linux 5

内核版本: Linux localhost.localdomain 2.6.30.4

本地编译工具: gcc

在 linux 环境下搭建好开发平台, 连接路由器, 分别在终端 1 上输入 ./server; 在终端 2 上输入 ./client yang; 在终端 3 上输入 ./client liu; 在终端 4 上输入 ./client chen。

#### 3.2 测试结果

##### 1) 服务器效果图

图 3 为服务器显示终端测试效果, 每隔 5s 系统, select 函数执行超时函数, 测试服务器是否工作, 保证测试效果, 当没有客户连接时, 服务器等待用户连接; 当有用户连接时, 记录保存用户, 并打印; 当用户发过来的信息不符合转发机制时, 忽略客户端请求, 不转发。

```

[root@localhost ~]# ./server
timeout
sockt = 1, name = yang
timeout
sockt = 2, name = liu
timeout
buf = yang:hi
timeout
sockt = 1
timeout
buf = li:hi
timeout
sockt = 0, name = chen
timeout
sockt = 0
buf = chen:
timeout

```

图 3 服务器显示终端测试效果图

##### 2) 客户端效果图

客户端首先连接服务器; 发送信息时, 只要发送对方客户名加上冒号与发送的信息; 服务器判断当前连接用户名是否与发送信息对应, 若对应, 转发给指定用户。图 4、图 5、图 6 为客户端显示终端测试效果图, 其中图 4 注册名为 yang 客户端、图 5 注册名为 liu 客户端、图 6 注册名为 chen 客户端。

```

[root@localhost ~]# ./client yang
recv data: hi from liu
liu:hi
recv data: hi from chen

```

图 4 注册名为 yang 客户端

```

[root@localhost ~]# ./client liu
yang:hi
recv data: hi from yang

```

图 5 注册名为 liu 客户端

```

[root@localhost ~]# ./client chen
smart home
yang:hi

```

图 6 注册名为 chen 客户端

经过实验测试, 验证了基于 Select 函数的嵌入式通信信息转发机制的可行性, 实现了使各个客户端能够以对方的名字为桥梁,

(下转第 34 页)

全技术、防火、计算机设备及场地的防雷和计算机机房的场地环境的要求等问题,为了避免人为或自然破坏设备,应尽可能保证各通信设备及相关设施的物理安全,使系统和设备处于良好的工作环境,对于信息网络的可靠性,可以通过冗余技术实现,包括设备冗余、处理器冗余、链路冗余、模块冗余、电源冗余等技术来实现。

## 2) 计算机病毒防护

杜绝病毒传染源是防范病毒最有效的办法,除特殊科室需要外,将所有网络工作站的外部输入设备(如光驱、软驱等)撤除,所有内网的计算机不准接U盘,在服务器及每个工作站采用多层的病毒防卫体系,此外,还可以使用桌面管理软件来自动从系统厂商下载补丁,自动检查客户端需要安装的补丁、已经安装的补丁和未安装的补丁,以及限制或禁止移动存储介质的接入,减少病毒传播的途径,从而减少医院网络受到病毒的威胁。

## 3) 防止黑客入侵

防止黑客入侵是医院网络安全工作的重点,可以采用防火墙技术、身份认证与授权技术等技术防止黑客入侵。其中,防火墙技术是在医院内部网和医院外部网之间的界面上构造一个保护层,对出入医院网络的访问和服务进行审计和控制;在防火墙基础上,建立黑客入侵检测系统,对黑客入侵、非法登录、DDOS攻击、病毒感染与传播、非法外连等进行监控,对网络设备、网络通讯通道等进行监控,详细掌控各类网络设备的运行状态,实时监督分析通道质量状况,对各类终端用户的补丁安装、软件安装、外接设备(U盘)等操作进行实时监控管理,发现有违规行为及时报警,也可以自动启动阻止机制来控制非法行为;在医院信息系统中,采用数字签名技术实现系统信息内容安全性、完整性和不可抵赖性等方面的要求,特别是通过采用安全审计或时间戳等技术手段解决传统纸质病历无法解决的信息可靠性问题,此外,还采用信息加密技术可以有效的保护网内的数据、文件、口令和控制信息,保护网上传输的数据。

## 3 结束语

随着医院业务的不断拓展和医疗政策的不断发展,医院信息网络也由满足医院业务需求的封闭网络发展成为一个面向公共的信息系统,面临着巨大的安全威胁,这要求医院信息系统应具有更高的安全性,而医院信息安全是一项动态管理工程,随着外部环境(新病毒、新漏洞、新木马等)的变化而发生变化,其涉及技术、管理、使用等方面;因此,网络管理人员在对医院信息网络进行管理时,需要不断调整网络管理的安全方法,并制定出网络安全应急预案,确保医院信息系统的安全可靠运行。

## 参考文献:

- [1] 刘聪.浅析医院网络建设中存在的问题及对策[J].电脑知识与技术,2011(12).
- [2] 赵浩宇.浅谈我院网络安全管理[J].电脑知识与技术,2011(6).
- [3] 曾凡等.医院与医保联网存在的安全风险和解决方案[J].重庆医学,2011(35).
- [4] 刘景红.医院档案信息化建设中的信息安全管理[J].档案,2009(4).

(上接第28页)

通过服务器找到对方并实现双方对话的功能,服务器的信息转发机制具有信息过滤功能,一定程度上保证了客户的信息安全,也很好的提高了整个系统网络通信的多用户通信的稳定性。

## 4 结束语

为了提高嵌入式网络通信的稳定性,解决在嵌入式网络多对多通信中出现网络拥塞造成网络性能指标下降、引起网络带宽资源浪费的问题,该文在嵌入式Linux通信开发技术基础上,提出一种单一进程的多目标睡眠等待的信息转发机制方法,经过在嵌入式Linux平台上实验测试,既实现了进程与多个数据通道进行通信的目的,又使信息转发保持了较高的效率。该研究成果对网络化的嵌入式系统有一定的积极推动作用。

## 参考文献:

- [1] 郭国霞,黄廷磊.嵌入式网络通信中RED算法的优化[J].广西民族大学学报(自然科学版),2010,04:60-64.
- [2] 安佰秀,曹景龙,史大光.基于以太网和嵌入式Web服务器的监控系统设计[J].工矿自动化,2011,05:79-82.
- [3] 钱琛,陈耀武.嵌入式VOD码流传输同步优化方案[J].计算机工程,2012,18:268-272.
- [4] 周芳,蒋建国,王培珍.无线传感器网络中视频传输的控制仿真[J].系统仿真学报,2010,02:443-448.
- [5] Cheng Yuan zhong, Du Ping an. Analyses of I/O mode in winsock[J]. Computer Engineering, 2001, 27(1):178-180.
- [6] Anthony Jones, Jim Ohlund. Network programming for Microsoft windows[M]. Beijing: China Machine Press, 2003.
- [7] 毛丽荣,马兆丰,黄建清,杨义先,钮心忻.支持细粒度授权的电子文档防泄密系统网络通信设计[J].小型微型计算机系统,2011,2: 242-247.

# 一种基于FPGA的SDRAM数据读取方法设计

陈荣军<sup>1</sup>, 钟秀媛<sup>2</sup>, 谭海舟<sup>3</sup>, 丁跃王<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 中山大学管理学院, 广东广州 510632; <sup>2</sup> 中山大学信息科学与技术学院, 广东广州 510663; <sup>3</sup> 广州市凯智电子科技有限公司, 广东广州 510663

**摘要:** SDRAM是一种广泛应用于手持设备的存储芯片,它一次只能允许一个外设对其进行读写,对非正确的控制关系将导致系统的正常工作,因此,如何合理地分配并设计SDRAM的读写控制权至关重要。该文在图像拍摄设备基础上进行改进,添加串口对SDRAM的控制地址,用Verilog硬件描述语言设计一个串口传输模块,将SDRAM中存储的数据通过串口传输到PC机上,防止病毒,节省资源,可以实现较高速传输。

**关键词:** FPGA; Verilog; SDRAM; UART

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3044(2012)36-8796-03

## Design of SDRAM Data Reading Method Based on FPGA

CHEN Rong-jun<sup>1</sup>, ZHONG Xiu-yuan<sup>2</sup>, TAN Hai-zhou<sup>3</sup>, DING Yue-wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nanjing College of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510632, China; <sup>2</sup> School of Information Science and Technology, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510663, China; <sup>3</sup> Guangzhou Kaiji Electronics Technology Inc., Guangzhou 510663, China

**Abstract:** SDRAM is a kind of memory chips widely used in mobile handheld devices, which can only allow one peripheral to read or write at a time. The operation of SDRAM determines whether the entire system can work normally or not. So it is very important to allocate read and write control power on the SDRAM reasonably. We make an improvement based on the image capture and display by adding a control module for the serial port to control SDRAM, and we use Verilog hardware description language to design a serial transmission module to transmit the data stored in the SDRAM to the PC. The protocol of serial communication is simple, and it needs little resources, and it can achieve high-speed transmission.

**Key words:** FPGA; Verilog; SDRAM; UART

该文描述了一种基于FPGA的SDRAM读写改进方法。不管用户选择要从外埠读取图像数据存储在SDRAM中为例,如引导通过VGA控制模块读取图像数据并显示到屏幕上,则读取图像序列的数据只能被读而无法对其进行处理,并且会被下一次新的图像覆盖,因此就需要添加一个传输模块,将图像传输到PC上,进行后续必要的处理。

在数据通信、计算机网络以及分布式系统,特别是系统中,串行通信时用来交换数据和信息的常用方式,具有占用资源少,工作稳定可靠,可以灵活接入到一些通信系统中。

## 1 总体方案设计

系统的架构是由FPGA(Cyclone IV E7)、TRUB-D5M摄像头模块、SDRAM(64251632)和VGA接口通信模块共同组成。系统结构如图1所示。摄像头模块获取图像数据,存储在SDRAM中的一段缓冲区内,可通过VGA显示到液晶显示屏上,同时通过画面后像技术按照帧频进行拍照,拍照后可以在显示屏上查看拍出来的图像是否理想。用串口线或串口转USB线连接该实验板与PC。在PC端用Matlab设计了一个接收接收平台,如图2所示,打开串口,按下采集板上发送按键开始向PC机传送图像数据,当图像接收完毕后点击“完成图像”即可显示出接收过来的彩色图像。

## 2 系统模块设计

FPGA芯片可编程阵列作为可编程逻辑器件,是在PAL可编程器件的基础上发展而来,其规模比较大,可以提供几千块通用门电路。采用Verilog硬件描述语言设计串口和SDRAM控制模块。

### 2.1 UART控制模块设计

串行通信是借用一条数据线的,将数据一位一位地依次传输,每一位数据占据一个固定的时间长度。一旦需要传输几条数据

收稿日期:2012-10-21

基金项目:广东省高新技术产业化项目引导专项资金项目(2010A011300150)

作者简介:陈荣军(1978-),男,陕西澄城人,讲师,硕士,研究方向为嵌入式系统开发,智能信息处理,网络与信息控制等。

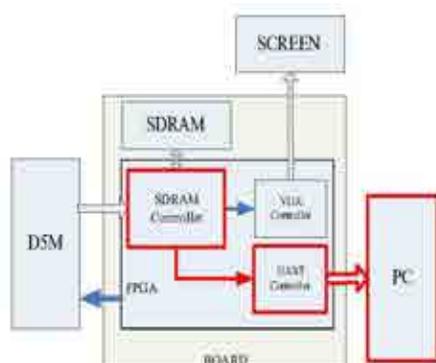


图1 系统结构框图



图2 图像接收平台

可以在系统间交换信息,协议简单,占用资源少,特别适用于计算机与计算机,计算机与外设之间的短距离通信,串行通信协议如表3所示。

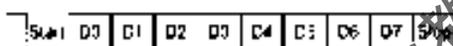


图3 串口通信数据帧

串口通信的一种数据帧有校验(为32位),一个起始位,8个数据位及一个终止位。由于一个像素点的数据包括24位(R、G、B各8位),因此每发送一个像素点需要连续传送3个数据帧。串口的波特率标准的输入时钟为25MHz,波特率设置为115200bps。

要对FIFO进行读,因此需要一个FIFO读时钟和使能信号,每个时钟周期内传送3帧数据。时序图如下图4所示。

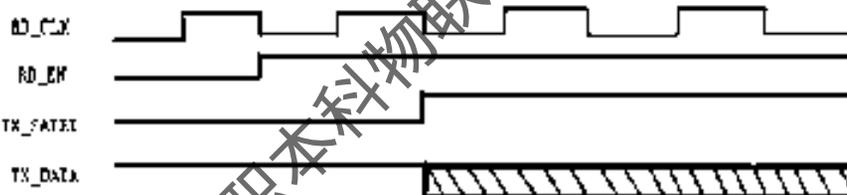


图4 串口读写和传送时序

### 2.2 SDRAM控制逻辑模块设计

SDRAM是Synchronous Dynamic Random Access Memory(同步动态随机存储器)的简称,SDRAM具有容量大,传输速度快,价格低廉,支持突发传输等优点,其芯片容量可达256 Mbit或更高,工作频率可达100~200 MHz。目前,许多嵌入式设备的大容量存储器都采用SDRAM来实现。使用SDRAM常电存储信息,存在泄电问题,因此需要不停的动态刷新。另外SDRAM本身在某一时刻的访问操作只能是单向的,即不能同时进行读写,因此需要建立一个合理的程序机制,避免同一时刻对同一个SDRAM进行读写。

在通常的设计中,一般采用SDRAM存储器时,通常都是搭建一个Nios系统,用Altera提供的SDRAM控制器的IP核完成其控制电路,但是,若将其IP核省去及有更多的设计资源,因此可以自己设计SDRAM控制电路。

板上的SDRAM采用3.3v工作电压,数据宽度为32bit,片内地址11bit,列地址30位,包括4个BANK。

由于每个模块图像采集,YUV控制,串口传输模块要与SDRAM访问同一块存储空间进行读写,而且每个模块的读写速度不尽相同,因此,合理分配其访问时序非常重要。SDRAM控制逻辑模块中包括了三个FIFO,一个用于DSM模块对SDRAM进行读操作的读冲FIFO,另外两个分别是用于YUV和UART模块对SDRAM进行读操作时缓冲FIFO。每个FIFO的输入输出数据宽度均为32位。3个FIFO轮流对SDRAM进行读写一定数量的数据,当某个FIFO读取完成时,SDRAM的操作。

### 3 调试

用Model Sim对串口传输模块进行仿真,验证了传输的数据是符合要求的,说明仿真的结果符合设计要求,仿真波形如图5所示。

由仿真波形图可以看出,当传输数据Read有效后,在rd\_clk\_enk的下降沿使能read高电平使能,下一个下降沿使能TX\_data高电平使能,在紧接着的下一个上升沿使能TX\_data有效,随后开始传送串行数据。

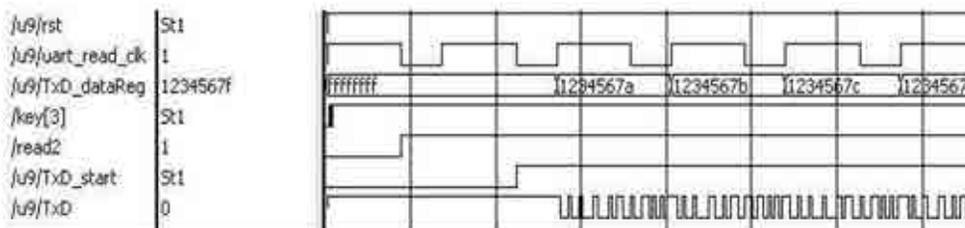


图5 仿真波形图

### 4 验证

在开始数据传送前打开 PC 端的数据接收平台并在屏幕上按下传送按钮开始传送图片数据。接收完后点击“获取图像”即可显示出传送过来的分辨率为(40\*480)的彩色图像。如图6所示。

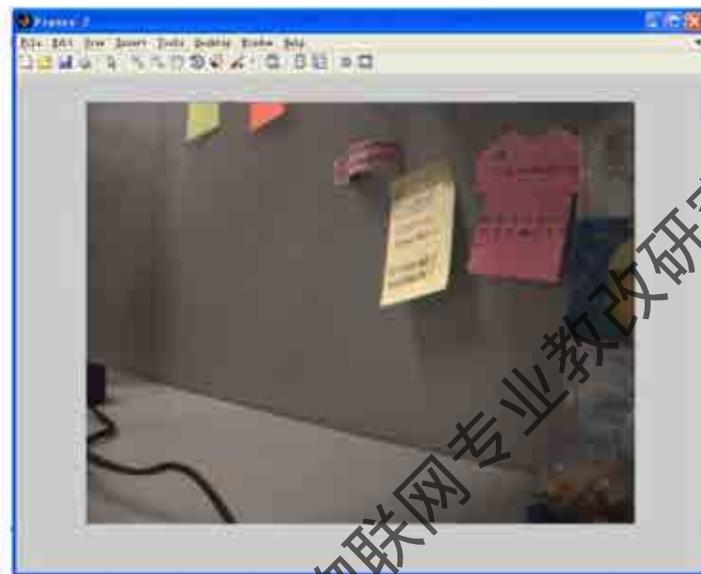


图6 示网图片

### 5 结束语

要实现SDRAM到PC的直接数据传输可以有多种方法。串口、USB、Ethernet。该文描述的是通过串口进行传送的方式。其协议简单,占用资源少,可以实现较高速有效的传送。在原有的设计中,摄像头模块与VGA控制模块对SDRAM进行读写,但每次拍摄得到的图像只能在存储在SDRAM中,无进一步的处理,并且浪费了一次拍摄图像的机会,因此添加了一个传送模块将图像传送到PC上。经验证,图像获取模块、VGA控制模块与UART各在百字节存储SDRAM的读写控制仪,实现了图像获取、存储、显示器传输的完整过程。

### 参考文献:

- [1] 贾于中,李淑清,王冠雄.基于FPGA的UART控制设计[J].电子测量技术,2008(3):82-83,90.
- [2] 钟秀峰,陈亮亮,李伟强.一种基于FPGA和超声波的虚拟电子琴设计[J].电子设计工程,2012(10):142-144.
- [3] 张清武,周灵彬.单片机的原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [4] 郭立兵.基于FPGA技术的RS232接口时序电路设计[J].现代电子技术,2012,6(175):176.
- [5] 赵军,高兵,刘浩等.基于FPGA的全景图像处理系统>DRAM控制器的设计与实现[J].应用科技,2012(2):55-60.

# 基于无线的物联智能家居控制系统设计

陈荣军<sup>1,2</sup>, 罗文聪<sup>2</sup>, 郑林彬<sup>2</sup>, 许嘉龙<sup>2</sup>

(1. 中山大学 信息科学与技术学院, 广东 广州 510006;

2. 中山大学 南方学院, 广东 广州 510970)

**摘要:** 提出一种基于无线的物联智能家居控制系统设计,该系统通过 PXA270 和 nRF24L01 模块实现无线采集、发送各项家居信息;通过 GSM 通信将烟雾、煤气、红外等传感器的异常报警信息以短信方式通知用户,并连接 PXA270 的 PC 实现实时远程监控。经过测试,该系统工作稳定,便于实际应用,市场前景广阔。

**关键词:** 智能家居; PXA270; nRF24L01; GSM 通信

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 0258-7998(2012)05-0142-03

## Design of smart home control system based on wireless and internet of things

Chen Rongjun<sup>1,2</sup>, Luo Wencong<sup>2</sup>, Zheng Linbin<sup>2</sup>, Xu Jialong<sup>2</sup>

(1. School of Information Science and Technology of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China;

2. Nanfang College of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510970, China)

**Abstract:** A design of smart home system based on wireless and internet of things is designed. The system can wirelessly collect and send various home physical messages through PXA270 and nRF24L01 module. It can send abnormal alarm messages of smoke, gas, infrared ray and other sensors to the users through global system for mobile communications. Meantime, the users can also have a real-time remote control by logging in a personal computer connecting with PXA270 system platform. After testing, the system is stable, for practical application, a broad market prospect.

**Key words:** smart home; PXA270; nRF24L01; GSM communication

在当今以计算机、网络、卫星通信为特征的信息社会,人们对家居设施的要求越来越高,“智能家居”和“物联网”成为研究热点<sup>[1-4]</sup>。在现代化高档小区中,人们越来越重视居住环境的安全监控,尤其希望对危及生命财产安全(如火灾、煤气泄漏、外人非法入侵等情况)的有效监控,并能及时将异常情况告知户主或相关的机构。随着手机、掌上电脑等设备的普及,通过 GSM/GPRS、无线 WLAN、3G、WiFi 等无线网络不断推进监控家居技术的革新,目前国内外一些企业也已开始研究智能家居相关产品,但主要集中在价格比较高的高端产品,很难使智能家居进入寻常百姓家。

本文设计了 PXA270 和 nRF24L01 的无线物联智能家居控制系统,为家居智能监控技术发展提供了一个很好的应用方案。设计基于 nRF24L01 和 STC89C52 的家居无线终端,可以方便地将原有家居设备汇聚到智能家居系统网络的节点上进行无线控制。采用高低端控制器,实现无线遥控、嵌入式系统、手机远程、PC 远程分级的

独立控制,便于实际应用,可以满足各类客户需求,有着很好的技术推广与市场应用前景。

### 1 系统方案设计

系统结构如图 1 所示,嵌入式系统是整个系统的核心。无线传感网络控制在实现家居设备独立控制的同时也将各家居信息传输给嵌入式系统,通过操作触摸屏和视频模块即可完成对家居的监控。系统接入 Internet,在

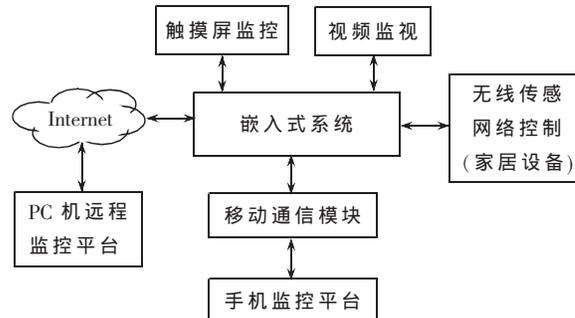


图 1 系统结构图

PC 机上登录家居监控系统进行远程监控,系统带有移动通信模块,可实现手机端的远程监控。

## 2 硬件设计

### 2.1 嵌入式控制模块

基于 ARMv5E 的 Xscale 核心,嵌入式核心采用的 PXA270 芯片最高频率可达 624 MHz,外围控制器众多。内置了 Intel 的无线 MMX 技术,能够显著地提升多媒体性能,此外 PXA270 也包含了 Intel 的 SpeedStep 技术,能够根据需要动态调节 CPU 的性能,真正实现了低功耗、高性能<sup>[5]</sup>。嵌入式外围电路采用 EELiod270 开发平台,其中包括 CPU、Flash、SDRAM、CPLD 核心系统部分和外围接口。

### 2.2 无线网络控制

通常控制网络的组网方案分为有线传输和无线传输两种。有线传输方式依靠电缆连接,优点是连接稳定,信息交换速率和效率高,但需专用线缆,导致安装维护成本高。在无线传输的方式中,包含 315 MHz、蓝牙技术和 ZigBee 技术。315 MHz 频段通信易受干扰,造成蓝牙技术和 ZigBee 技术成本高,且协议开销大。综合考虑以上因素,本设计采用 nRF24L01 芯片提供数据交互以组建无线网络。nRF24L01 是挪威 NORDIC 公司的 2.4 GHz 无线收发一体芯片,有多达 125 个频道可供选择,支持 1 Mb/s 和 2 Mb/s 传输速率<sup>[6]</sup>。此芯片可通过 SPI 写入数据,并有自动应答和自动再发射功能,芯片功耗非常低,多种低功率工作模式使节能设计更方便。

基于 nRF24L01 芯片与 STC89C52 单片机设计了无线网络控制中的无线终端,通过设置好的协议进行无线操作。如图 2 所示,无线网络控制主模块通过无线终端与监控家居设备(窗帘、窗体、门禁、安防检测、家用电器、备用插座等)、家居设备的开关状态、报警等物理信息及无线终端传送给无线网络控制主模块。同时,系统也可通过无线遥控或 PXA270 平台上的触屏方便、快捷地操作家居设备工作。

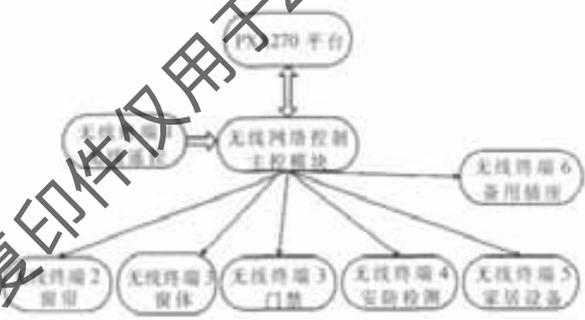


图 2 无线网络控制

### 2.3 安防传感器检测设计

如图 3 所示,烟雾、煤气泄漏、红外等传感器的报警信号通过光电耦合接入无线终端上 STC89C52 的 P2 口。传感器没有报警信号时,光电耦合芯片处于截止状态,与之相接的单片机端口为低电平;传感器有报警信号

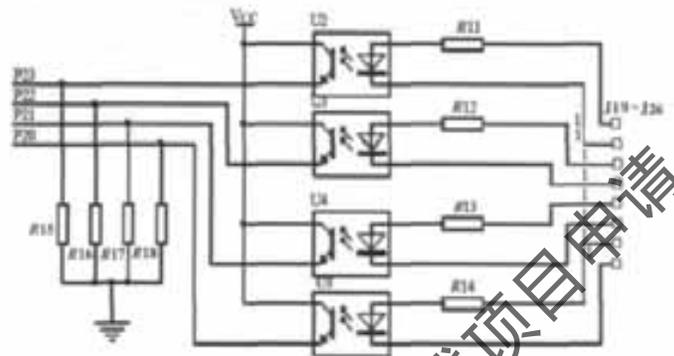


图 3 安防传感器检测

时,输出高电平,此时,光电耦合芯片导通。与之相接的单片机端口为高电平,由 STC89C52 对报警信号进行采集并做出相应处理,通过 nRF24L01 无线终端将设定好的信号发送到无线网络总控制器。

### 2.4 移动通信和视频监控

移动通信模块可以选用最新的 3G 模块,但考虑目前市场上的 3G 模块都只能支持 TD-SCDMA、WCDMA、CDMA2000 之一的网络标准,而且价格比较高,本系统从性价比上考虑选择 GSM 模块,采用西门子 MC35 GSM GPRS 无线模块。该模块支持 EGSM900 和 GSM1800 双频,支持数字、语音、短消息和传真,使用 AT 指令控制发送短消息。并采用 9V 直流电源供电,通过 RS-232 串行端口与 EELiod270 平台连接进行通信。

视频采集模块采用基于中星微 (Vimicro) 公司 ZC0301P 芯片的摄像头,硬件最高支持 VGA 分辨率 (640×480),支持 ISO/IEC 10918-1 (JPEG) 标准图像压缩。在 VGA 模式下速率可达 15 F/s,在 CIF (352×288) 和 SIF (320×240) 模式下速率可达 30 F/s,并通过 USB 接口连接到 EELiod270 平台。

## 3 系统软件设计

### 3.1 客户端软件设计

本系统的客户端选用 Linux 下的开发工具 QT,客户端主要功能包括 GSM、视频、嵌入式平台与无线网络控制通信及各类终端控制。

#### 3.1.1 GSM 模块设计

GSM 控制模块实现了远程安全监控家电设备和自动报警的功能。系统采用定时器方式读取串口内容。本系统在 PXA270 平台上实现了烟雾红外传感器的报警信息和视频数据的采集,借助于 GSM 网络,基本达到了远程监控的目的。结合有线或无线网络,也可以将相关数据自动传输到远程服务器端进行处理,充分发挥智能家居系统远程监控的功能。

#### 3.1.2 视频模块设计

本视频功能是为了方便用户和服务器端的监视。视频的显示与传输时以图像为主,即拍摄某一瞬间的画面进行显示,通过瞬间的一幅幅画面来实现视频功能。

## 3.1.3 嵌入式平台与无线网络控制通信设计

嵌入式平台与无线网络控制通信实现了客户端对底层的无线终端控制以及对部分反馈信息进行处理。设计流程图如图 4 所示,其中报警信息是以"###"为标示,如果检测到"###1"信号则表明红外警报被触发;"###2"表明烟雾警报被触发;"###3"表明煤气警报被触发;当有警报被触发时,系统自动启动短信自动报警。各家电设备的状态信息是以"#&"作为起始标志,"!"作为结束标记,设计时需充分考虑到安全稳定问题。

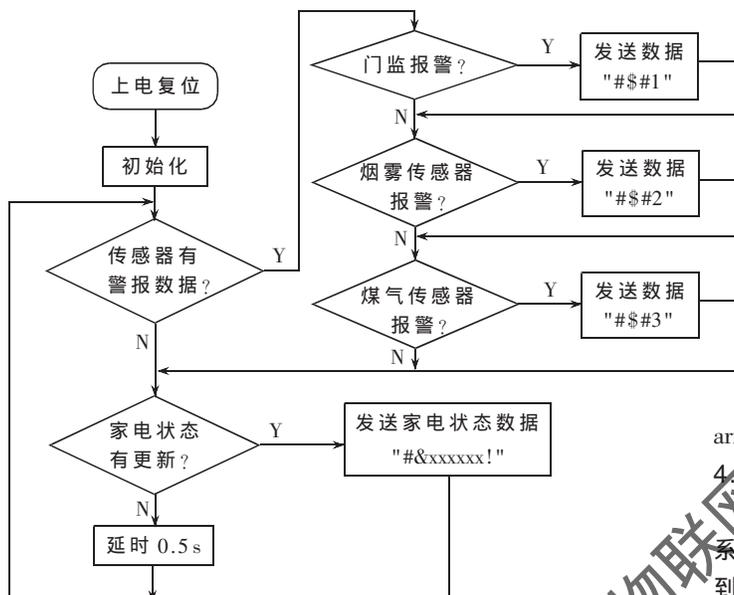


图 4 嵌入式平台与无线网络控制通信流程图

## 3.2 服务器端软件

本服务端程序基于 Redhat 9.0 的 QT 软件平台下开发,通过有线网络将 EELiod270 平台的视频和所有设备的状态信息数据传输到小区的监控服务端,并将所有的状态信息保存到日志文件中。

服务器端接收的数据主要为所有设备和传感器的状态信息数据以及视频数据,在接收时利用信息头加以区分。对于状态信息的数据内容较小,在接收过程中不存在网络阻塞而丢数据包的情况。但是对于视频数据而言,由于视频数据较大,在接收过程中由于网络阻塞而丢失数据包,最终导致视频无法恢复。因此在视频数据接收过程中采用分块接收的方法,即将需要传输的视频数据分成 n 个数据块,每个数据块的传输进行通信握手,当一块数据完全传输到服务器后,向客户端回送握手信号,客户端再发送下一个数据块数据。当一帧视频传输完毕后,再将视频数据进行合成。服务器端界面如图 5 所示,服务器端最主要的是接收来自客户端的信息,并对其进行处理。

## 4 系统调试

### 4.1 嵌入式系统调试环境

本系统的调试环境是:

144 欢迎网上投稿 [www.chinaaet.com](http://www.chinaaet.com)



图 5 服务器端界面

PC 主机: CPU: AMD ALTHLON (速龙) 1 G; 内存: 1GB; 操作系统: Red Hat Linux 9.0 操作系统; 内核版本: 2.4.20; 开发平台: EELiod PXA270; SDRAM: 64 MB; Flash: 32 MB; 嵌入式 Linux 内核版本: 2.4.21; 本地编译工具: gcc, g++; 交叉编译工具: arm-linux-gcc、arm-linux-g++。

### 4.2 系统整体测试

测试方法: 分别用手机、ARM 人机交互系统及遥控系统,通过无线网络控制各个功能模块的工作,从而达到对网络的稳定性及各个功能稳定性的检查。图 6 所示为 PC 监控软件测试结果达到预期稳定效果界面。



图 6 PC 监控软件测试

本系统从智能化家居的理念出发,利用无线芯片、嵌入式与单片机及移动通信等技术控制,实现了对家居设备物理状态、安防检测、视频信息的智能化控制。经过实验测试,系统工作可靠,设计的家居无线终端能方便汇聚家居设备到系统无线控制网络;采用高低端控制器实现无线遥控、嵌入式系统、手机远程及 PC 远程分级

(下转第 148 页)

《电子技术应用》2012年 第38卷 第5期

设计震动差异性。

本系统实现了盲人路径诱导所必须的基本功能,能够有效地对两地点间路径进行最优规划并提供差异性震动提示,使用户高效、及时、准确地行走。对于日益成熟的语音导盲来说,当在极其嘈杂的环境中时,语音功效就会大打折扣甚至失去作用,而这种差异性震动路径诱导新模式的研制则能很好地弥补语音的不足,二者的集成使用将增强盲人路径诱导服务系统的环境适应性,增大了其市场化的潜力。

## 参考文献

- [1] 夏岳勇,杨峻.盲人导航仪[J].医疗设备信息,2007,22(1):111-113.
- [2] KUC R. Binaural sonic electronic aid provides vibrotactile cues for landmark, reflector motion and surface texture classification[J]. IEEE Trans on Biomedical Engineering, 2002, 49(10):1173-1180.
- [3] RAN L, HELAL S, MOORE S. Drishti: An integrated indoor/outdoor blind navigation system and service[C]. Proceedings of the second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications, Florida, USA, 2004: 23-30.
- [4] MORI H, KOTANI S, SANEYOSHI K, et al. The matching fund project for practical use of robotic travel aid for the visually impaired[J]. Advanced Robotics, 2004, 18(5): 453-472.
- [5] 陈美奎,尹浩,黎飘,等.智能盲人导航仪的设计与实现[J].电子技术应用,2006,32(10):4-6.
- [6] 贺菊方,潘国华,何俊峰.用于帮助盲人行走、识别障碍物的电子装置[P].中国专利,CN2843397.2006-12-06.
- [7] 宁志刚,杨保柱,杨玲,等.一种新型盲人导行识别系统的设计[J].电子技术应用,2010, 36(6):141-143

- [8] 何婧,聂旻,罗兰,等.听觉引导助盲系统[J].生物医学工程学,2010,27(2):467-470.
- [9] 徐珠宝,许勇,杨军.Windows Mobile 平台下的盲人导航软件系统开发[J].计算机与现代化,2010(10):116-119.
- [10] AMEMIYA T, SUGIYAMA H. Haptic handheld wayfinder with pseudo-attraction force for pedestrians with visual impairments[C]. Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, New York, USA, 2009.
- [11] YAO H Y, GRANT D, CRUZ M. Perceived vibration strength in mobile devices: The effect of weight and frequency[J]. Haptics, IEEE Transactions on, 2010, 3(1):56-62.
- [12] JACOB R, MOONEY P, CORCORAN P, et al. PhD Showcase: Haptic-GIS: Exploring the Possibilities[J]. SIGSPATIAL Special, 2010, 3(2): 13-18
- [13] Google. Android official website[EB/OL]. [2009-11-12]. <http://www.android.com/>.
- [14] 吴亚峰,索依娜.Android 核心技术与实例详解[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [15] 严蔚敏,吴伟民.数据结构(第2版)[M].北京:清华大学出版社,1997.

(收稿日期:2012-01-26)

## 作者简介:

王冠生,男,1985年生,硕士,主要研究方向:导航位置服务、Mobile GIS技术、计算机技术。

郑江华,男,1973年生,博士(后),副教授,主要研究方向: Mobile GIS、导航位置服务、计算机技术。

瓦哈甫·哈力克,男,1967年生,博士(后),教授、博导。主要研究方向:位置服务、地理信息系统、空间分析。

(上接第144页)

独立控制,便于实际应用,满足了各类客户需求,有很好的技术推广与市场应用前景。

## 参考文献

- [1] ERDEM H, UNER A. A multi-channel remote controller for home and office appliances[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2009, 55(4):2184-2189.
- [2] Yang Yongquan, Wei Zhiqiang, Jia Dongning, et al. A cloud architecture based on smart home[C]. Second International Workshop on Education Technology and Computer Science, 2010:6-7, 440-443.
- [3] BRDICZKA O, CROWLEY J L, REIGNIER P. Learning situation models in a smart home[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, 2009, 148

欢迎网上投稿 [www.chinaaet.com](http://www.chinaaet.com)

39(1):56-63.

- [4] 曾国敬,宋跃,何志辉.一种智能家居远程控制系统的硬件设计[J].电子技术应用,2011,37(4):81-84.
- [5] 王金莉,苏宛新.基于PXA270的嵌入式系统设计[J].微计算机信息,2008,24(4-2):11-13.
- [6] 何伟,陈锋,张玲,等.基于nRF24L01和Actel FPGA的智能探测系统设计[J].电子技术应用,2010,36(10):111-116.

(收稿日期:2012-01-20)

## 作者简介:

陈荣军,男,1978年生,讲师,主要研究方向:网络与信息控制、嵌入式技术、物联网技术等。

《电子技术应用》2012年第38卷第5期

文章编号: 1672-5913(2011)14-0019-04

中图分类号: G642

文献标识码: B

## 省级示范性软件学院软件工程专业人才培养模式探索

肖政宏, 谢赞福, 崔怀林

(广东技术师范学院 计算机学院(软件学院), 广东 广州 510665)

**摘要:** 针对省级示范性软件学院软件工程专业人才培养的目标及办学模式, 提出了“2+1+0.5+0.5”培养方案, 阐述如何构建符合产业需求的理论教学体系、实践教学体系、产学研合作机制以及多元化的师资队伍; 对省级示范性软件学院人才培养模式的成功经验进行总结, 并对存在的问题进行探讨。

**关键词:** 软件工程; 课程体系; 实践教学; 产学研合作; 师资队伍

作为信息产业核心的软件产业是国家信息化建设的基础和支撑, 它具有知识含量高、技术含量高、高附加值的现代服务产业特点<sup>[1]</sup>。随着我国经济的快速发展, 市场对软件人才的需求日益加大。《珠江三角洲地区改革发展规划纲要》明确把软件和信息服务业作为构建现代产业体系的核心产业。广东省教育厅根据广东省软件产业分布和地区经济发展对软件人才的需求情况, 选择包括广东技术师范学院在内的8所省内高校和12所高职高专院校作为首批省级示范性软件学院, 进一步加快高等学校软件专业人才的培养, 适应广东省信息产业发展对软件人才的需求。

### 1 软件专业发展现状

目前, 我国高等院校计算机相关专业大约95%的学生毕业后从事软件开发和服务工作。在软件专业人才培养方面, 已经形成了较为完善的人才培养方案, 并形成了较大的培养规模。近年来, 随着高校计算机相关专业毕业生人数的急剧增加, 软件人才的就业优势正在消失, 一些软件专业的毕业生到社会上难以找到专业对口的工作, 学生就业压力很大; 另一方面从总体来看, 随着产业结构的调整和优化升级, 我国的软件产业规模不断扩大, 呈快速增长态势。2009年软件产业产值9 513亿元, 2010年, 全国实现软件业务收入13 364亿元, 同比增长31%。近10年来, 广州市软件和信息服务业保持25%以上的增长, 2009年, 全

市软件和信息服务业产值150亿元, 从事软件和信息服务业企业近万家。教育部关于紧缺人才的报告称, 软件从业人员缺口近80万人, 其中专业人才约有50万人(其中高级人才10万人, 中级人才25万人, 初级人才15万人), 企业缺乏的不仅是高层次、复合型、国际化人才, 也缺少大量的高素质软件工程师。因此专业素质高、综合能力强、动手能力突出的毕业生依然具有良好的就业前景。

### 2 培养目标及办学模式

由于办学层次和办学定位的不同, 我校省级示范性软件学院的办学目标与国家批准的37所示范性软件学院有一些区别。国家级示范性软件学院的办学目标是: 培养实用型、国际化的软件工程师, 以满足软件产业发展的迫切需求, 提升软件产业的国际竞争力<sup>[2]</sup>。我们的办学目标是: 以软件市场需求为导向, 培养掌握扎实的理论基础知识、较全面的软件系统知识和必要的硬件系统知识, 掌握先进的软件开发方法和工具, 具有较强的系统分析、设计、开发能力的应用型软件工程设计 and 实现人才。具体就是培养高素质的软件工程师。

从两者的办学目标可以看出, 国家级示范性软件学院培养的是国际化、高端软件开发人才; 省级示范性软件学院培养的是实用型软件开发人员, 两者可以相互补充, 构成更加完善的软件人才培养体系。

**作者简介:** 肖政宏, 男, 教授, 研究方向为网络信息安全; 谢赞福, 男, 教授, 研究方向为软件工程环境、高等教育管理; 崔怀林, 男, 教授, 研究方向为计算机应用、高等教育管理。

省级示范性软件学院的办学模式应以地方软件产业需求为导向、以培养学生适应软件产业的发展为目标,结合学校的办学条件,制定相应培养方案。经过几年的实践,我校软件工程专业人才培养初步形成了“2+1+0.5+0.5”的培养模式。即学生第一、第二学年在校进行通识教育课程、专业核心基础课程的学习,假期参加企业认知实习和企业的短期培训。第三学年根据专业方向和企业共同培养,进行专业核心技术课程和专业方向课程的学习,参加为期三个月的实际项目实训。第四学年的上学期是职业技能和专业技能的强化实训。第四学年的下学期是软件企业顶岗实习,全方位参加软件项目的开发过程,让学生在校期间就能经历软件应用与开发的各种工程活动。我们努力把这种人才培养模式打造成本专业的特色之一。

### 3 课程体系和实践教学体系

根据省级示范性软件学院的办学宗旨,广东省软件产业的发展特点和需求以及我校软件学院人才培养目标和规格,在校企合作教学指导委员会的指导下,我们制定了“一个通识平台、二个核心模块、五个企业模块方向”的理论教学体系,以及“基础实践+专业实践+创新实践”的三级实践教学体系。课程体系总体结构如图1所示。

人 文 科 技 讲 座	创新实践						基 础 实 践
	Web 工程 方向	企业 计算 方向	网络 软件 方向	嵌入 式系 统方 向	技能 考证 模块	专 业 实 践 模 块	
	专业核心技术模块						
	专业核心基础模块						
	学校通识教育模块						

图1 软件工程专业课程体系总体结构

课程体系遵循通识教育平台下的宽口径专业方向原则。通识教育模块注重学生人文素质、基本科学素质、交流能力、表达能力、外语能力、个人技能和态度的培养,为学生进一步发展奠定基础。专业核心基础模块旨在培养本学科的专业基础知识、分析问题和解决问题的能力,使学生在接收专业教育的同时培

养学生的职业素质。专业核心技术模块重点培养学生本专业高级工程基础知识、工程实践能力及系统思维能力。专业方向模块一方面满足了学生“个性化”学习的要求,另一方面是为了把学生培养成既懂技术又懂专业的复合性人才,更好的适应软件产业发展的需求。通过几年的改革,我们初步构建了基础稳定、方向灵活的理论教学体系。

我校软件工程专业的实践教学初步形成了理论与实践协调、课内与课外并重、基础实践、专业实践与创新实践为一体的教育体系,以及通过“学习、培训、实训、再学习、再培训、再实训”螺旋式提升学生能力培养的途径,实践教学体系结构如图2所示。

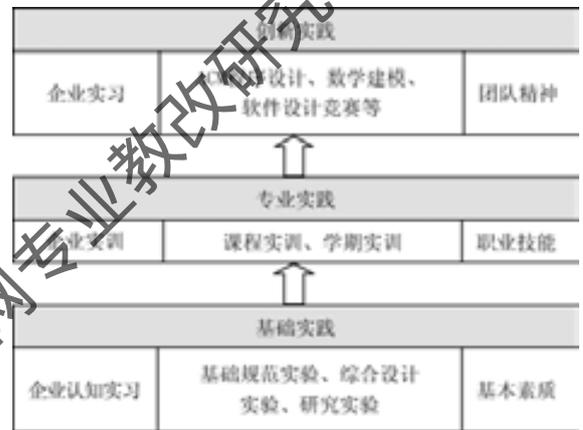


图2 软件工程专业实践教学体系

基础实践是指在学校各专业实验室和实训室完成基础规范实验、综合设计实验和一些研究实验。目的是培养学生的实践动手能力。通过企业认知实习,让学生感受企业工作的氛围,培养学生的社会适应能力。

专业实践包括在学校实训室的课程实训和企业的学期实训。目的是培养学生的初步工程实践能力、初步交流、沟通、协作能力和职业素质。

企业实习旨在通过项目的培训、开发以及各类学科竞赛培养学生的工程实践能力、团队精神、学习能力和实践创新能力。

另外我们充分利用学校紧邻广州市天河软件园的地理位置优势,做到去企业实习常态化。学生入学第一个学年到企业参观学习,从第二学年开始根据学生的兴趣组织学生参加企业的技术培训、实训。在参加企业实习时绝大部分同学能参加真实的项目开发。

通过学生的自我总结和企业对学生实习情况的反馈意见,让学生尽早找到自己的差距,学生返回学校后,大部分同学会抓紧学习,迎头赶上。

#### 4 产学合作机制

我校软件学院一直非常重视产学合作机制的改革与管理。软件学院成立了由学校、广东软件科学园、软件企业三方组成的教学指导委员会。根据广东省软件产业发展特点及学校的办学目标,制定了软件工程专业人才培养的目标和规格,即培养“应用型、高素质的软件工程师”,并确定了“以提高专业素质为根本、以培养软件工程能力为核心、以掌握胜任角色岗位所需知识与技术为教学目标”<sup>[3]</sup>的人才培养目标。

依据应用型软件人才的培养目标,融合软件产业需求,对理论教学、实践教学的课程体系、师资队伍的建设作出了一系列规范。

对实习基地的建设,学院坚持的原则是“产学合作、工学一体”。目前我校软件学院与广东软件科学园、广州软件园、华南资讯有限公司、广州市南天电脑系统有限公司、广州城市信息研究所有限公司、广州腾科网络技术有限公司、广州巨匠信息技术有限公司、达内科技(中国)有限公司广州分公司、广州思普计算机科技有限公司、深圳易思博计算机公司等IT企业建立了合作关系。通过企业培训、企业实习强化了学生的工程实践能力,在真实企业环境中解决问题的能力。

软件学院已经建成的12个实训基地不仅能够满足软件工程专业学生企业培训、企业实训、企业实习的需要,同时也为计算机学院相关专业的学生提供了实习场所,每年派往这些实习基地的学生超过300人次。

#### 5 师资队伍建设

我校软件学院师资队伍的建设坚持“专兼结合、内外结合<sup>[3]</sup>”的建设原则,初步建立了由学校教授、中青年博士、软件企业专业人员组成的多元化团队。学院领导非常重视人才队伍的建设,为中青年教师创造大量外出进修和培训机会。为提高教师业务素质,先后选派多位教师参加各种短期培训,参与各项专业

课程培训累计达到20余人次,包括IBM, Microsoft, Oracle, BEA课程培训等,有5位教师赴香港、新加坡、印度、英国进修。对青年教师的培养,拟定了符合专业建设规划的师资培养计划,定期召开青年教师座谈会,关心其业务和全面成长,实行了行之有效的新教师和新开课教师试讲、开学前的教案检查、青年教师导师制等制度。

另一方面学院鼓励教师去企业挂职锻炼,支持教师到企业进行项目合作,提高教师的专业学术水平和工程实践能力。学院重视兼职队伍的建设,聘请著名企业的专业人才承担专业课程、实践教学和专题讲座。建立了兼职教师的聘任制度,规范了兼职教师的聘任流程,这些兼职教师不断地将新知识、新理论、新技术充实到专业教学中,为学生提供符合产业需求的教学内容。目前学院的一些课程如项目管理、在岗见习、IT创业实习、IT项目监理均由企业兼职教师完成。

#### 6 办学成绩

经过近几年的探索,我校省级示范性软件学院软件工程专业2005级、2006级、2007级的学生具有以下一些特点:

1) 专业基础知识扎实、实践能力强。学生通过课程实训、学期实训、企业培训、项目开发、企业实习切实提高了学生的动手实践能力<sup>[4]</sup>。

2) 综合素质、专业素质得到普遍提高。由于学生参加企业实习的机会早、企业实习常态化,学生知道需要把自己培养成什么样的人才,经过大学四年的努力,毕业时已成为对社会有用的人才,素质普遍较高。

3) 组织协调能力和团队精神强。学生通过参加企业软件项目的开发,体会了规范的软件开发过程,培养了学生的交流、沟通、组织协调能力以及团队合作精神。

近三年来,我校软件工程专业有100多人次参加了学校或省级以上的各类竞赛。共有20多人次获得省级以上奖励,其中获得了2010年全国数学建模比赛二等奖,广东赛区一等奖;2010年全国软件专业人才设计与开发大赛二等奖;泛珠三角安利杯大学生计算机

作品赛二等奖；广东省高校杯软件设计大赛二等奖。连续两年毕业生一次性就业率95%以上，获得了用人单位的广泛好评。

## 7 结语

省级示范性软件学院软件工程专业办学模式和人才培养模式经过近5年的探索和实践，取得了一些成绩，主要体现在以下几个方面。

1) 提出了“2+1+0.5+0.5”的软件专业人才培养模式，有利于学生综合素质、专业技能、创新意识的培养。

2) 构件了基础稳定、方向灵活的理论教学体系既“一个通识平台、二个核心模块、五个企业模块方

向”，有利于人才的培养紧跟企业需求的变化。

3) 构建了“基础实践+专业实践+创新实践”的三级实践教学体系，有利于强化学生工程实践能力的培养。

4) 初步建立了软件专业人才培养的产学研合作的机制。

5) 初步建立了“专兼结合、内外结合”适合软件专业人才培养模式的多元化师资队伍。

该课题的研究有效的指导了我校省级示范性软件学院软件专业的教学与实践，对我院正在进行的“3+2”计算机专业师资人才培养、中职硕士人才培养也有一定的借鉴意义。专业的发展也存在一些问题，我们需要进一步扩大招生规模、提升产学研合作的深度、强化教师工程实践能力的培养。

### 参考文献:

- [1] 杨芙清. 软件工程教育的思索与实践[C]//全国高校软件工程专业教育年会组委会. 全国高校软件工程专业教育年会论文集. 北京:高等教育出版社,2008:9-15.
- [2] 张大良,骆斌. 软件专业应用型人才培养的研究与实践[C]//全国高校软件工程专业教育年会组委会. 全国高校软件工程专业教育年会(2009)会议论文集. 南京大学学报:自然科学版,2009,45卷(增刊):1-6.
- [3] 李红梅,卢苇,张红延. 提高软件人才培养质量 产学研合作机制的探索与实践[C]//全国高校软件工程专业教育年会组委会. 全国高校软件工程专业教育年会(2009)会议论文集. 南京大学学报:自然科学版,2009,45卷(增刊):7-10.
- [4] 王长波,董军. 教学科研实践一体化,知识能力素质齐增长[J]. 计算机教育,2010(7):9-11.

## Exploration on Talent Cultivation Mode for Software Engineering Specialty of Provincial Exemplary Software College

XIAO Zhenghong, XIE Zanfu, CUI Huailin

(School of Computer Science(Software College), Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

**Abstract:** Based on the running pattern and talent training goal of software engineering specialty of provincial exemplary software college, a “2+1+0.5+0.5” training scheme is proposed, and a theoretical and practical teaching system which adapts the requirements of software industry is established, and a mechanism combining learning and production is formed, and a diversified teaching faculty is constructed. Finally, we describe the successful experience of talent training mode, and discuss the existing problems.

**Key words:** software engineering; course system; practical teaching; combination of learning and production; teaching faculty

(编辑: 彭远红)

更正: 2011年第12期《计算机专业大学生学业成绩性别差异研究》一文中遗漏基金项目 and 作者简介, 现补充如下:

基金项目: 湖南省教育厅教改项目(湘教通[2010]95号 NO. 391; 湘教通[2010]95号 NO. 394)。

作者简介: 张雯露, 女, 讲师, 研究方向为智能算法; 高守平, 男, 教授, 研究方向为计算机网络。

# 南洋理工学院办学成功经验及其启示

崔怀林

(广东技术师范学院,广东 广州 510665)

**摘要:**基于考察学习,介绍了南洋理工学院“教学工厂”先进的教学理念及其成功的办学经验和特色,结合广东技术师范学院教学实际情况,提出了教育教学改革的思考与建议。

**关键词:**南洋理工学院;教学工厂;教学理念;办学特色;教学改革

中图分类号:C 424

文献标识码:A

文章编号:1672-402X(2010)03-0104-03

## 一、引言

2009年3月17日—26日,笔者有幸参加由广东技术师范学院师资培训中心组织的广东省高职院校管理研修班,赴新加坡南洋理工学院(Nanyang Polytechnic, NYP)进行培训学习。通过实地考察和认真研究,对新加坡南洋理工学院的办学理念、教学模式及教学管理等方面有了深刻的认识、理解和体验,受益匪浅。新加坡南洋理工学院是在整合经济发展局属下的德新学院、日新学院、法新学院等5个科技学院和20个应用科技中心于1992年成立的,是新加坡政府主办的5所理工学院之一。目前,学院设有工程、化学与生命科学、信息科技、石与数码媒体、设计、工商管理 and 保健护理科学等7个系,共计44个专业,为学生提供多元化的三年制专业文凭课程教育;同时,针对在职教育开展专业文凭、专科文凭、高级文凭和证书等多种形式的培训服务。南洋理工学院以其独具特色的创新教学理念和办学模式在职业技术教育领域取得卓越成就,为新加坡的科技、经济及社会发展作出了重要贡献。

## 二、办学理念与特色优势

### (一)先进的教育教学理念

“教学工厂”(Teaching Factory TM)是南洋理工学院一个创新教学理念,是其卓越办学的主要手段。根据教学目标与需要,将实际的企业环境引入教学环境之中,并将两者融合在一起,为学生提供的一个完整而有效的学习环境和过程。企业项目和研发项目是教学工厂里不可缺少的重要环节,它使学生能将所学到的知识和技能应用于多元化、多层次的工作环境中。教学工厂是以学院为本位,并不是以企业为本位,它是在现有的教学系统(包括

理论课、辅导课、实验和项目安排)的基础上设立的。它不同于德国的二元制。基于“教学工厂”的教学,其突出优势在于:(1)促进学院和企业的密切联系,确保有关课程与企业需求挂钩,从而可使课程教学内容能及时得到更新,并与新科技发展和应用水平保持同步;(2)可有效地鼓励和开发学生的创新能力和团队精神,提高学生解决实际问题的能力;(3)是学院专能开发和教师专业培训的一个有效且重要的途径。

综合科技教学(Integrated-Technology Teaching and Learning, ITL)是南洋理工学院的另一个创新教学理念,其目的是为了加速与强化学生对工程理念及科技应用两个方面的学习。综合科技教学能有效地将科技、系统和实际应用结合在一起,为学生提供了一个全新的、富有启发性的学习环境,并促进了他们对科技实际综合应用的充分理解与认识。

### (二)基于企业经历的“双师型”教师队伍

南洋理工学院坚持以人为本的理念,注重教师的企业工作经验,着力培养超前意识和项目开发能力、专业应变能力强、工作认真负责、精益求精的师资队伍。学院招聘教师时特别注重应聘者的企业相关工作经历和经验,要求应聘者一般都需要有5年相关工作经验并具有良好的沟通与表达能力及较强的企业项目的开发能力。由于南洋理工学院大多数教师都来自企业且能与企业建立密切联系,所以他们是真正的“双师型”教师。因此,教师能够有效地将企业项目与教学目标和要求进行有机的结合,以企业项目为载体来设计教学内容、组织和实施教学,从而实现“教学工厂”创新教学理念中由模拟(Simulation)到模仿(Emulation)再到融合(Integration)的教学层次。在这样一个创设的“企业环境”之中通过严格的企业级项目开发训练的学生毕业后就很容易满足企业需

收稿日期:2010-03-09

作者简介:崔怀林(1963-),男,陕西铜山人,广东技术师范学院教授,博士。研究方向:信号与信息处理、高等教育管理。

求,因而受到企业的欢迎。

### (三)以教学为中心的无界化组织管理

南洋理工学院实行董事会领导下的院长兼总裁负责制。学院下设发展、教学系、行政服务、学术与学生管理、继续教育与专业培训和支援中心等六大教学与职能部门。其中,各教学系由若干个专业科技中心(部)构成。在教学组织及管理上,南洋理工学院实施以教学为中心的无界化组织管理,即根据教学任务、教学目标和工作需要,各教学系、专业科技中心(部)和课程组之间可进行有效合作,灵活构建教学与工作团队,使不同学科、专业和技能专长的教师密切合作,充分发挥每个成员的专长和潜能,力求获得最优化的教学及工作实效。这种以教学为中心的无界化组织与管理,可有效促进不同教学系、专业科技中心(部)和课程组之间的教学活动及教学项目开发,为师生提供更多的综合科技创新与应用机会。

### (四)科学规范的教學系统设计

倡导应用先进的教育教學理论与方法设计教学方案和组织实施教学是南洋理工学院的又一个重要亮点。学院除了重视提高和开发教师专业能力外,还特别注重教师现代教育教學理论与教學方法的学习及应用。每一个教师上岗前都需要进行为期两周的现代教育教學理论与技术及教學方法的系统学习与培训;学院鼓励教师自觉开展教學教法研究,不定期地组织在职教师进行教學设计与教學方法的研讨和交流。基于先进的教學系统设计理论和方法以及多媒体技术,根据教學内容,针对学生的学习特点,教师可有效地设计教学方案,并科学规范地组织实施教学,最大限度地调动学生的学习积极性和主动性,有利于提高教學效率和教學质量。

### (五)独具特色的教學资源

经验积累与分享(Accumulated Experience Sharing, AES)是南洋理工学院知识管理系统中一个重要的教學资源平台。学院将工业开发所积累下来的知识加以系统化的收集和整理后教学资源库,供师生分享。AES既是对学院开发的企业项目的系统总结,能有效地保护其知识产权,又可以供师生作为教学案例开展教学和项目开发,提高师生教学或项目开发的效率和质量。

### (六)适应企业与社会发展的继续教育

继续教育是南洋理工学院的使命之一。为配合国家发展和终身学习计划的推行,南洋理工学院充分利用学院资源和专能,开展包括专业文凭、专向文凭、高级文凭、证书等类型的在职教育,为企业提供专业人才培养课程及有关服务,为在职人士举办各种类型专业进修和技能提升课程。南洋理工学院教育文凭为大专层次,但其继续教育是全方位面向新加坡企业的在职人士。参加专业进修和技能提升的绝大多数人员是企业里具有本科文凭,或拥有硕士、博士学位的在职人士。这也充分凸显了南洋

理工学院的专业技能强的特色和办学资源优势,同时也体现了新加坡各类教育类型与层次的连通性和互补性。

### (七)有效的激励评价体系

南洋理工学院主要从工作态度、专业及课程开发能力、教學能力、企业联系、应变能力、工作质量、奉献精神、团队精神、沟通能力、领导潜能等方面对教师的工作表现与业绩进行综合评估。根据评估结果对教师进行提薪晋级与奖赏。评估按照自下而上,采用上级对下级高度负责的评估程序进行。正是基于这样一套公正、科学而严格的评估程序和办法以及学院所倡导的校园文化与价值观,可有效地激发和弘扬教师的工作热情与爱岗敬业的精神,有利于营造一个积极向上、乐于奉献、团结互助、精心教学、注重创新、联系企业、追求卓越、与时俱进、和谐发展的教学与工作环境,从而可真正落实吸引优秀人才,开发优秀人才,留住优秀人才的人力资源发展策略,为学院的创新发展建立了一个高水平的师资与管理队伍。

南洋理工学院的办学理念 and 成功经验彰显了其办学优势(4C),即组织文化(Culture)、创新理念(Concept)、专能开发(Capability)和外界联系(Connection)。组织文化:即学校文化(企业文化),其核心在于推崇和实现组织的无界化、不断创新、超前意识、先驱精神、精益求精和终身学习等理念,组织文化充分体现在其独创和实施的“教学工厂”(Teaching Factory TM)、综合科技教学(ITL)、经验积累分享、无界化组织、量身定制等创新教学方法与理念之中。专能开发:着力于教师的综合教学设计与应用的能力、教师能力的转型、科技项目开发、创新及实习等活动。外界联系:在于与本地和外国企业、学府和政府机构建立多元化、多层次的联系合作,以扩大学院的影响与发展空间,推动学院可持续发展。

南洋理工学院正是基于以上四方面的办学优势,为新加坡的科技、经济及社会发展培养了大量合格人才,有效地支持了国家的经济建设和发展。

## 三、启示

借鉴学习南洋理工学院先进的教学理念及其成功的办学经验,结合广东技术师范学院教学实际情况,笔者认为目前应首先做好如下几方面的教育教学改革工作。

### (一)调整优化学科专业结构和人才培养方案

我院自1998年转型为以培养高素质职教师资和应用型人才以来,逐步明确并确立了“面向职教、服务职教、引领职教”的办学定位,在教学建设、人才培养模式等方面进行了一系列的改革探索与实践,取得了一定的成绩。但是,总体而言,我院人才培养方式仍沿袭着学科本位的教学模式,特色不够鲜明,与我院办学定位的符合度不高。因此,我们必须重视现实,按照《珠江三角洲地区改革发展规划纲要》中的有关要求,通过“调整、改造、整合、扩

建和新建”等途径和办法,进一步优化我院学科专业结构,积极建设和培育优势学科和特色专业,着力提高学科专业建设水平,以形成布局合理、结构优化、特色鲜明、适应性强、发展前景好的学科专业群。为此,在认真研究和借鉴南洋理工学院等学校先进办学理念和成功经验的基础上,出台了院新一轮人才培养方案修订指导意见,明确提出了以“学科教育与技能教育”相结合的教育理念为指导思想,以培养“知识+技能”型高素质职教师资和应用型人才为目标,全面修订人才培养方案。要求各专业应加强与企业和职业院校的联系,根据社会需求和专业发展要求,共同开发设计能体现专业新科技发展和与企业实际应用相匹配的课程,制定课程标准、教学大纲,确定课程的教学内容、教学方式、教学课时及评价方法。要加大课程实践教学和选修课程的比例,设置学期或创新项目的开发与训练以及技能考证课程。课程设置要体现“注重基础、突出技能、强调发展”的原则,以通识教育、专业核心基础、专业拓展与技能训练、集中实践教学、课外科技文化活动等结构化模块构建课程体系。

### (二) 创建基于企业环境的实践教学平台与基地

将实际的企业环境引入教学环境之中,并将两者融合在一起,为学生提供一完整而有效的学习环境和过程,是南洋理工学院基于“教学工厂”教学理念组织实施教学活动的首要前提和要求。为此,我们要借鉴南洋理工学院“教学工厂”的先进教学理念和成功做法,根据我院学科专业特点和发展需要,按照“统一规划、通专结合、分布集中、企业环境、无异化管理”的原则,进一步整合、改造和建设实验室、实训室和实习基地,优化其结构和布局,强化其功能,改革创新实验实训室和实习基地的管理与运行模式,为各专业开展“教、学、做”一体化教学任务提供完整而有效的企业化教学环境。

### (三) 狠抓“双师型”教师队伍建设,提升教师专业技能与教学水平

我们要借鉴南洋理工学院的正确做法,狠下功夫,加大投入,切实加强“双师型”教师队伍建设。要鼓励教师主动联系公司企业,了解公司企业需求,追踪新科技发展及其应用,自愿开展社会实践服务,要求教师特别是专业课教师每年必须要有不少于四周的时间在公司或企业进行实习、调研或进修学习。要采取鼓励措施,使那些专业能力强、实践经验丰富的教师组成团队,采取灵活多样的方式,与公司企业合作开发实际项目,进一步提升教师工程实践能力。通过鼓励教师积极参加政府或国家级专业团体组织的专业资格考试和国内外大型公司的专业资格认证培训,并获得其相应的专业资格或等级证书鼓励已具有教师系列职称的教师积极申报工程系列职称等多种途径和办法,切实提高“双师型”教师的比例。在工科和应用性较强的专业引进教师时,可改变目前主要以招聘应

届博士或硕士研究生为教师的做法,而要面向社会招聘近3-5年一直在公司或企业从事专业技术开发与管理工作的、年龄不超过35岁的全日制博士或硕士研究生充实教师队伍,这样,就能为建设高质量的“双师型”教师队伍从源头上把好关。

### (四) 重视教学设计,提高教学实效

教师是教学活动的策划和组织实施者。根据教学目标要求、教学对象特点和教学条件,有效地应用现代教育思想和技术方法进行教学设计,组织实施教学活动,对于提高教与学的质量及效率有着重要的意义。因此,我们要加强对教师的现代教育理论、方法和技术的培训,鼓励教师积极开展教学法研究、教学设计以及多媒体网络课件的开发和应用,特别倡导教师开展以项目开发为中心的的教学设计与教学方法研究及应用,将企业项目开发与课程教学有机结合。即以企业项目为载体,设计教学内容,把教学内容恰当地分解渗透到企业项目开发之中,采用“教、学、做”合一教学法,使学生能“学中做”和“做中学”,能有效地将理论知识与实际应用紧密结合,将所学的知识应用于多元化、多层次的实际工作之中。要鼓励教师大胆探索包括基于课堂、实验室、实训室和网络环境在内的多种教学模式及其教学方法和手段的改革与试验,因材施教,注重学生自主学习、发现学习的能力培养,着力提高教学效果、质量和效率。

### (五) 加强数字化教学资源建设,主动适应信息化教学要求

随着信息技术的发展和计算机及网络的普遍应用,人们学习、工作和生活的习惯与方式也悄然发生着变化。基于网络资源的学习已成为人们主要的学习方式之一,我们应加强数字化网络教学平台和教学资源的规划、设计、建设、开发和应用,鼓励教师积极开发多媒体网络课件、网络课程,将优秀教案、教学设计、典型案例、授课录像、仿真实验、实训项目、项目开发流程和技术文档制作成网络教学资源,构建课程网站,辅助教学,便于学生随时随地开展个性化学习与研究。这样既能节省教学成本,又能增强教学效果、提高教学质量。

### 参考文献:

- [1] Nanyang Polytechnic Prospectus 2009-2010 [M].
- [2] 展华昌. 值得借鉴的办学模式[J]. 南京工程学院学报(社会科学版), 2004, (1).
- [3] 罗海瑞, 白然. 企业环境与大学课堂—一体化办学模式[J]. 高等工程教育研究, 2005, (2).

[编辑:陶红 责任编辑:郭正涛]

# 《嵌入式软件设计》人才培养模式的探索与实践

李军 崔怀林 向军

(广东技术师范学院计算机科学学院, 广东 广州 510665)

**摘要:** 精讲多练的教学模式, 注重理论联系实际, 加强实践环节。学生以小组协作形式完成课程系统级项目设计的人才培养模式, 在各类专业比赛中取得较好成绩。

**关键词:** 嵌入式; 课程设计; 小组协作

**中图分类号:** B 503. 92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-402X(2007)10-0040-03

## 1. 引言

嵌入式系统以其体积小、功耗低、处理能力强等诸多优点, 在通讯、网络等领域发挥着越来越重要的作用。嵌入式系统渗透于人们生活的各个角落——电器、玩具、汽车、电视、录像机、医疗器械、飞机、导弹等等, 嵌入式技术广泛应用于网络设备路由器、交换机、信息家电、通讯工具, 嵌入式系统的应用领域进一步扩大。其软件的发展有了质的飞跃, 多种面向特定应用的嵌入式系统不断涌现。

学校培养学生的目的, 就是为了让学生能适应社会人才需求, 让学生具备人才竞争的实力。那么, 怎样才能有竞争力呢? 未来是网络多媒体技术普及的时代, 国内市场和实际产品开发对计算机网络工程师掌握的技术有了新的需求。VoIP用到音频压缩的技术; 硬盘MP3播放器的编解码技术; 视频监控和DMP产品技术都要用到MPEG4/H.263/264编解码技术; USB HOST/LCD control等技术, 都是嵌入式系统的具体应用。帮助学生深入掌握这些社会需求迫切的技术, 提高我院学生在求职中的竞争力, 提高学院知名度, 也为社会培养急需的人才。

《嵌入式软件设计》课程教学中对人才培养模式的探索与实践是精讲多练的教学模式, 坚持以培养学生能力为导向。软件产品是群体劳动的结晶, 特别需要默契配合, 紧密合作。我们注重培养学生分析、解决实际问题的能力和团队协作精神。强化实践教学, 创建了能力主导型的课程实验和考试机制。

## 2. 人才培养模式

人才培养模式一般是指“在一定教育理论和教育思想指导下, 按照特定的培养目标和人才规格, 以相对稳定的教学内容和课程体系、管理制度和评估方式、实施人才教育的过程的总和”。因此, 人才培养模式的基本框架包括培养目标和规格、实现该目标和规格的教育过程、实施该过程的管理和评估制度、相适应的教学方式和方法等四个要素。人才培养模式的改革是在现代教育理论、教育思想指导下的改革, 其内涵可确定为: 研究确定培养目标和培养规格; 进行教学内容和课程体系改革; 建立科学的教学评估指标体系和制度; 加强教学过程的组织、管理和质量控制。人才培养模式改革的重点和难点是从校领导、教师到学生的思想观念的转变; 为实现所确定的培养目标而进行的教学内容和课程体系的改革; 教学过程的组织管理和教学质量的保证。

我们结合专业特点和本校实际, 以就业为导向, 重视学生应用技能和岗位职业能力的培养, 积极开展教学模式研究中的人才培养模式的探索与实践。

“嵌入式软件设计”教学研究项目, 从嵌入式开发的基本概念、嵌入式Linux操作系统和课程项目设计(Project)三个方面探索嵌入式开发课程的人才培养模式。

下一代软件技术发展趋势中信息技术中微电子是基础, 软件是核心, 通信网络与计算机是载体, 软硬结合是发展的趋势, SOC与嵌入式系统是软硬结合的典型例子。

收稿日期: 2007-02-10

作者简介: 李军(1964—)女, 浙江临海人, 副教授, 主要研究方向: 计算机网络体系结构等;

崔怀林, 男, 教授; 向军, 男, 讲师。

第121页, 共147页

### 3. 课程内容体系结构

嵌入式软件设计是当代发展最快的信息技术之一,是新世纪人才要掌握的基本技能,它是计算机专业新开设的课程之一。

嵌入式软件设计课程的内容非常庞大复杂,其教学目的是让学生掌握基本的系统开发概念和开发方法,熟悉嵌入式系统的应用场合(无线、手持设备、现场控制等)。课程内容涉及对计算机体系结构的分类和理解、操作系统的分类和结构,以及一些嵌入式应用中具体问题(如实时、GUI)的解决方法。

嵌入式系统体系结构:嵌入式处理器(以 ARM 架构为主)结构、流水线、Cache MMU 与各种 I/O 接口;嵌入式操作系统:实时多任务操作系统、Windows CE 并着重是 uCLinux 为主;嵌入式系统开发应用方法:嵌入式系统的 Simulation(模拟)、Angel 远程 Monitor 及 JTAG 的开发方法,以及在嵌入式 OS 支持下的开发应用方法。

嵌入式系统是一个工程,实践性很强的课程,嵌入式开发技术领域包括了嵌入式 CPU 嵌入式操作系统、存储设备、文件系统、外部接口、网络、设备驱动、开发模式等方面,要求开发者对体系结构和操作系统等计算机系统级的知识具有扎实的基础。

对于计算机专业的学生,嵌入式软件设计课程的教学目标是使学生能够运用大学阶段所学的知识,对嵌入式开发的全过程有一个全面、清晰和深刻的认识。扩大学生的知识面,培养学生系统设计的兴趣,增强学生独自钻研的能力和团队协作精神。为嵌入式软件开发工程师职业打下基础。

### 4. 教学内容组织方式

课程的教学内容和基本要求。第一单元,概论:介绍嵌入式计算机系统的定义和嵌入式计算机系统的应用。第二单元,体系结构:介绍计算机系统分类:服务器、桌面、嵌入式;RISC 结构,流水、中断;存储子系统:cache 页机制;总线子系统:DMA Ethernet/USB 重点介绍 ARM 体系结构。第三单元,操作系统:系统引导;系统调用:kernel/user 驱动程序;Linux Device Driver;应用程序装载;文件系统和进程的创建;O/S 之间的比较:VxWorks Windows CE、uCLinux 等。第四单元,应用开发工具和平台:交叉编译(cross-compiling),调试:JTAG GDB 第五单元,案例分析:ARM & OS uCLinux GUI MicroWindows MP3 Player 设置和课

程内容既包括嵌入式计算机系统的经典和基本内容,也包括具有一定深度的知识,并且保持和国际嵌入式计算机系统最新发展同步,不断引入新技术。

Linux 是我国软件的国策,开放的体系和丰富资源使得 Linux 成为大势所趋,目前的大多数网络技术、服务器、网络设备都是基于 Linux 操作系统的。并且在不少时尚的手机、PDA 媒体播放器等消费类电子产品中已经开始广泛使用 Linux 作为操作系统。而其它一些操作系统因为有版权限制,不适合用在教学研究领域。嵌入式 Linux 也是 Linux,但主要不是为 PC 机准备的,是为满足特定应用的小设备(如手机、PDA 工控、医疗设备等)准备的。在众多嵌入式操作系统中,人们选用它的最主要原因是它是免费的,并且具有丰富的开发资源。CPU 种类繁多,板上设备接口千姿百态,如何为一个特定设备定制、准备、移植一个操作系统,并为这个操作系统编写添加设备驱动和应用程序。

考核方式:课堂讨论 10%,作业 10%,期末考试 50%,课程项目(Project)设计 30%。完成 Project 设计的演示并给出相应的设计报告,期末每个项目以演示作报告和答辩形式评定设计成绩。设计组原则上应递交原始码。若有其它顾虑不方便原始码外流者须有详细的流程图与算法等以证明各人所做的努力。学生自我评价,小组评价,经过答辩后由老师给出最后课程项目(Project)设计成绩。

### 5. 实践环节的设计思想与效果

本课程 60% 学时为课堂教学,在课内教学活动中侧重于培养学生理解嵌入式系统的工作原理及当今的一些发展动态。40% 学时为实验与应用设计,在课外科技活动和社会实践等教学活动中培养学生的创新能力。精讲多练的教学模式,形成既注重理论联系实际与加强实践环节,又注重因材施教,注意特长生和特长生及学生创新思维培养和训练。

对教学内容保持和国际嵌入式计算机系统最新发展同步,教学方法及手段采用课堂讨论,习题课,实验课,分组完成课程项目(Project)设计。

嵌入式开发课程采用系统级项目设计(Project)方式训练,按照课项目设计要求(可以自选)课程设计(Project)题目有八个,1. 按照 MD 标准写一个音频输出文件,并在一硬件平台上播放;2. 实现在某一硬件平台上的 PDF 格式阅读器;3. 实现在某一硬件平台上的嵌入式浏览器;4. 进行基于  $\mu$ CLinux 的实时功能扩展;5. 编写 MicroWindows/MiNGUI 的应用程序;6. 利用

$\mu$  CLinux 内置的 BOA 功能, 写程序实现远程控制; 7. USB 接口的设计, 要求实现 USB Device 功能与台式机通信; 8. 设计网卡驱动程序, 达到通过网口 Ping 其他机器, 并增加 FTP DHCP TELNET 等功能。由学生自由组合成 3 到 5 人的协作小组共同完成课程设计, 由于涉及的内容较多, 因而小组可以发挥全体参与学生的能力。要求每个学生从课程设计开始到结束都完全负起责任, 通过讨论, 综合设计项目计划、收集资料、动手操作。使学生提高综合运用所学知识发现、分析并解决实际问题的能力, 培养团队合作精神, 锻炼语言表达能力, 从而获得好的学习效果。

在对《嵌入式软件设计》课程教学中人才培养模式的探索 and 实践中, 采用系统级项目设计 (Project) 方式训练, 对学有余力的优秀学生, 培养他们的创新精神和动手能力, 包括软硬件结合的创新尝试, 指导学生做出较高水平的本科生论文研究工作。指导学生参加本年度的计算机软件设计比赛, 学生的优秀作品可参加各类专业比赛, 取得了较好的成绩。指导学生徐伟龙在 2005 年广东省第八届挑战杯比赛中获一等奖, 项目“基于嵌入式 Linux 的网络信息设备”入围全国赛。在 2006 年“安利杯”首届泛珠三角大学生计算机作品赛 (广东赛区) 中, 计算机系 2002 级学生陈招健, 郭奕禧的毕业论文“嵌入式数据库人口素质调查器的开发研究”获二等奖; 计算机系 2002 级学生徐伟龙的毕业论文“基于 SIP 协议和三网融合理念的安防控制系统的设计和实现”获三等奖。

取得了预期的效果, 《嵌入式软件设计》课程的开设使我院走在广东省许多高校的前面, 在本科学生层次为社会培养急需的嵌入式开发方面的人才, 提高学院知名度。

参加各类全国性嵌入式系统竞赛, 推动了嵌入式系统设计课程建设, 培养和锻炼教学队伍。嵌入式开发课程的人才培养模式采用系统级项目设计 (Project) 方式训练, 指导学生做出较高水平的本科生论文研究工作, 学生的优秀作品参加各类专业比赛, 培养的学生可以从事嵌入式系统的软件开发, 如电信系统软件开发, 也可以从事嵌入式系统的应用程序开发。基本上可以满足大多数公司 (如嵌入式系统公司、电信公司等) 对嵌入式 Linux/Unix 应用软件开发工程师的要求。2006 年 7 月 2002 级本科毕业生徐伟龙被深圳华为公

司招聘为嵌入式软件开发工程师; 陆续还有许多同学在广州和珠三角地区聘为嵌入式软件开发技术人员。

## 6. 结束语

嵌入式系统开发人才在我国需求极大, 但人才市场却非常匮乏。各个高校为适应人才需求, 陆续开展了嵌入式技术的教学和实践。2005 年在计算机专业本科学生中首次开设《嵌入式软件设计》课程, 由计算机网络教研室承担全系学生的教学任务。项目成员通过嵌入式计算机相关课程的教学和研究工作, 熟悉相关学科的教学和科研, 积累了一些教学研究经验。

结果表明重基础、强实践、突出能力, 教学效果提高了, 综合应用能力提高了, 虽然课程设计有本科学生来说有一定的难度, 但通过小组的协作, 可以充分的调动学生学习的积极性, 由学生对自己作评价, 最后在课堂上作演示, 给学生一定的学习压力, 也给学生带来了完成项目的自豪感, 培养了学生学习的兴趣和自信心。

本课程的实践教学经费紧张, 实践教学设备陈旧落后, 数量不足是目前开展实践教学所面临的普遍困难。这个困难已经在 2006 年 9 月得到解决, 学院已经购置了《嵌入式系统实验箱》30 套。教学课件还需进一步修改, 实验内容和实验项目需要完善。

### 参考文献:

- [1] 黄书汉. 嵌入式系统研究与教学架构模式的形成与应用. 2006 年第四届全国高校嵌入式系统教学研讨会第一届全国嵌入式系统学术交流会议论文集 [C]. 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [2] 欧阳禹. 高职院校嵌入式系统教学实践. 2006 年第四届全国高校嵌入式系统教学研讨会第一届全国嵌入式系统学术交流会议论文集. 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [3] 李丽, 朱巧芳. 酒店管理专业“订单式”人才培养模式的探索. 广东轻工职业技术学院技术学院学报 [J]. 2004, 9.
- [4] 武新. 以素质为基础, 以能力为中心的人才培养模式——社区工作与管理专业人才培养模式. 辽宁高职学报 [J]. 2001, 3.
- [5] 马忠梅等. ARM 嵌入式处理器结构与应用基础 [M]. 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [6] Linux 设备驱动程序 (第二版). LISOLEG (译). 出版社: 中国电力出版社, 2002.

(下转 50 页)

有重大的意义,不仅有利于提高传播效率建立健康积极的媒介环境,而且受众接近权也是实现现代民主制度的重要途径,我们应充分意识到公众的自由表达与讨论,并不会导致群体和社会分裂,反而会成为社会稳定的重要力量,这也是社会发展稳定与和谐的基础。

#### 参考文献:

[1] 刘迪著. 现代西方新闻法制概述 [M]. 北京: 中国法制出版

社, 1998年;

[2] 尤光付著. 中外监督制度比较 [M]. 北京: 商务印书馆, 2003年;

[3] 张国良主编: 《传播学原理》[M]. 上海: 复旦大学出版社 1995年;

[4] 刘荣忠: 《关于媒介接近权的研究》[J]. 《新闻大学》2001年;

[5] 马飞孝: 《网络与传统媒体联动: 共赢时代的到来》[J]. 《现代传播》2001年第 1期;

## On the right of closing to the media in Internet Age

Yan Chun long

(Guizhou institute of nationality and communication Gu Yang 550025 China)

Abstract: Because of the fast development of media communication in Internet Age, people can realize and burst out the right of closing to the media. This paper pays more attention to discuss how to promote legislation in nations by adopting the right of closing to the media and the "word right" of mastering.

Key words: Internet Age; right of closing to the media

(上接 42 页)

## Exploration and Practice for Training Design on Embedded Software System

Li Jun Cui Hua jin Xiang Jun

(Computer Department, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

Abstract: Exploring and practicing the teaching mode on the more less speaking, the more training. Stressing combination of the theory and practice, improving the process of the practice. Students finished Embedded Software System projects with group cooperation on the study mode and got success in the various professional contest.

Key words: embedded system; course system; group cooperation

# 基于网络环境的电路与电子学教改试验研究

崔怀林<sup>1,2</sup>, 向 军<sup>2</sup>, 李 军<sup>2</sup>, 李志舜<sup>1</sup>

(1. 西北工业大学 航海学院电子与通信工程系, 陕西 西安 710072;  
2. 广东技术师范学院 计算机科学系, 广东 广州 510665)<sup>①</sup>

摘 要: 为探索网络环境下以教师为主导、学生为主体的自主学习的教学模式和教学效果与评价方法, 我们开展了基于网络环境的电路与电子学课程教学改革试验。本文介绍了教学试验中的电子电路仿真平台、电路与电子学课程学习网站的设计与功能; 提出了以建构主义学习理论和行动研究与评价研究方法为指导的一阶电路响应分析专题试验的教学策略和教学设计方案; 总结分析了电路与电子学课程的六个专题试验结果, 探讨了教改试验中有待深入研究和解决的问题。

关键词: 电路与电子学; 教学设计; 教学改革; 网络课程; 网络学习环境

中图分类号: G434; G642

文献标识码: A

文章编号: 1008-0686(2006)01-0085-06

## Research on Teaching Reform of Circuit and Electronics Based on Web

CUI Huai-lin<sup>1,2</sup>, XIANG Jun<sup>2</sup>, LI Jun<sup>2</sup>, LI Zhi-shun<sup>1</sup>

(1. Department of Electronics and Communication Engineering of Marine College, Northwestern Polytechnic University, Xi'an 710072, China;  
2. Department of Computer Science, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

**Abstract** In order to study the self-regulated learning mode and learner-oriented evaluation method based on web, a teaching reform experiment for Circuit and Electronics has been made. This paper introduces an Electronic Circuit simulation platform, the design and function of a curriculum web site for Circuit and Electronics. Based on constructivism learning theory, action research and evaluation methods, an instructional design and teaching experiment for first-order circuit response based on web are presented. The teaching experiment results are obtained with satisfactory. Finally, the problem in teaching experiment is discussed.

**Keywords** circuit and electronics; instructional design; teaching reform; web-based curriculum; web-based learning environment

## 0 引言

为贯彻落实广东省教育厅在“十五”期间重点实施的高校现代教育技术“151”工程的要求, 我们申请并获准立项开展了基于网络环境下的“电路与电子学”课程的网上教学资源建设与教学设计以及教学试验的研究工作, 旨在转变教学观念, 学习应用数字

化教与学的理论与技能, 通过信息技术整合“电路与电子学”课程, 探索“电路与电子学”课程基于网络的以教师为主导、学生为主体的教学模式和学习评价模式, 培养学生利用网络进行自主探究学习、协作学习的能力及其信息素养, 提高学生基于网络的信息获取、分析、加工、处理与应用的能力。

收稿日期: 2005-09-01; 修回日期: 2005-11-23 广东省高校现代教育技术“151”工程研究项目 (GDC042)

作者简介: 崔怀林 (1963-), 男, 陕西岐山人, 副教授, 在职博士生, 从事电子电路教学与研究;

向 军 (1969-), 男, 湖北宜昌人, 硕士, 讲师, 从事计算机应用教学与研究;

李 军 (1964-), 女, 浙江台州人, 副教授, 在职博士生, 从事电子电路教学与研究;

李志舜 (1938-), 男, 吉林长春人, 教授, 博导, 研究方向: 信息与通信工程。

## 1 基于网络的电子电路仿真平台简介

在电子电路虚拟实验中,大家都比较熟悉像 EWB PSPICE等优秀软件。这些软件由于采用图形方式创建电路,图形形象逼真,界面友好,操作使用方便,几乎可以仿真实现所有硬件电路的功能,所以已在电子工程设计和高校的电工电子类课程教学等领域中得到广泛应用。然而,据我们调查,现在大多数高校中使用的 EWB多为单机版,因为购置网络版要花费一大笔经费。暨南大学许自图教授经过十多年的潜心钻研,研制出具有自主知识产权的“电子电路仿真平台”,该仿真平台为用户提供了一个集创建电路、仿真分析与结果输出于一体的全中文集成化环境,使用者仅需轻点鼠标即可完成电路创建、更换元器件、修改参数、测量数据、观察波形以及电路高级性能分析等,直至电路最优。与 EWB PSPICE等专业优秀软件相比,该仿真平台不仅能实现其主要功能,而且既能输入英文字符又能输入汉字,从而能以中文描述电路及其功能,真正做到“图文并茂”,因此,更符合中国人的学习和使用习惯。电子电路仿真平台既有单机版,又有网络版,可运行于校园网上供师生随时使用,从而为学习者利用网络学习“电路与电子学”课程提供了必要的、有效的、简单易用的辅助认知支架。所以,我们在开展基于网络资源利用的“电路与电子学”课程教学改革试验中选择了该电子电路仿真平台。

## 2 电路与电子学课程学习网站的设计及其功能

为便于开展网上教学试验,我们以建构主义学习理论<sup>[3]</sup>和教学系统设计理论<sup>[3]</sup>为指导,按照广东省高校现代教育技术“151”工程建设规范要求<sup>[2]</sup>,精心规划设计了“电路与电子学”课程学习网站。网站主要栏目有:课程简介、教学大纲、电子教程、在线学习、仿真平台、动画教学、视频教学、实验教学、学习指导、教学教案、电子教案、网上答疑、远程可视答疑讨论、教学论坛、学生作业作品、资料上传下载、学生信息管理、学生学习状态信息跟踪、在线测试、问卷调查、公告栏、留言板、相关学习网站链接。现对其主要设计与功能介绍如下。

### 1) 电子教程和在线学习

按章节以模块化、动态性、非线性和扩展性的结构方式组织学习,其教学内容和教学课件是在笔者多年的教学教案和早期开发和应用的多媒体课件的基础上,并参考相关的优秀教材和课件,重新加工、修改讨论、完善扩充而设计形成。学习者在按章节浏览学习时,可随时点击教程中的电路图,即可链接仿真平台对电路进行实时仿真分析,观测电路元件的电流、电压、功率的数值和相应的波形及其关系。为便于学习者自学和协作学习,在仿真平台中给对应于教程中的每一个电路都以中文加注了较为详细的仿真分析步骤和学习指导。对一些典型章节内容和重点难点都设计了配有语音讲解的教学动画和相应的视频教学录像,从而可帮助学习者以直观生动形象和重复可控的方式学习并理解所学内容。学习系统通过树型目录结构对学习内容进行导航,学习者在浏览访问课程的链和节点时,系统能把学习者的学习路径记录下来,可让学习者按原来路径返回,并允许回溯。学习者也可应用阅读书签标记并快速查找所浏览内容的位置。同时我们也以建构主义学习理论为指导,利用“支架式”、“抛锚式”、“随机进入式”教学思想,设计了可供学习者自主学习的“电路与电子学”专题知识组件。

### 2) 实验教学

该模块中以文本和视频两种方式提供了常用电子仪器仪表的使用方法与说明,备有实际操作实验与仿真实验指导书、课程设计指导书,设有网上协作虚拟仿真实验区、学生实验报告网上提交与浏览评阅区和学生实验设计作品展示与评价区。

### 3) 网上答疑

运用网上答疑教师可解答学生所提问题,师生也可互约时间通过本网站的视频讨论室进行“面对面”的远程可视语音答疑和讨论。通过教学论坛学生之间和师生之间可随时在民主和谐的氛围中对教学中所遇到的问题开展实时讨论交流和发表评论,亦可就某个学习专题进行自主探究与协作学习。

### 4) 学生作业作品模块

该模块具有作业作品发布、提交、浏览、批阅和评价等功能。在讨论评价区,登陆注册的学生可以固定分组和随机分组的两种方式参加组内与组间同学的作业作品讨论与评价,交流共享学习成果。

### 5) 在线测试

提供按章节(专题)测试和课程在线考试两种方

式。章节测试的题目是固定的,供学习者自测阶段性的学习情况。课程考试则根据教师事先设计的考试要求,由服务器依据试题库给登陆注册参加考试的学 生自动随机生成试卷。相邻注册的学生的试卷中相同题目的重复率不超过 30%,学生提交考卷或考试时间已到,系统自动给出学生考试中的客观性题目的得分,待教师对主观性题目评分后,学生便可查询到自己的考试成绩和试卷及其得分情况。教师可通过考试分析系统对考试班学生成绩分布和试卷做全面分析和总结。

#### 6) 资料上传与下载模块

可供教师和学生上传或下载教学教案和教学资料及电子作业作品。通过电子问卷调查教师可了解学生的学习态度、学习状况、学习效果和在学习中存在的问题及其对教学过程的评价与建议要求。

#### 7) 电子档案夹

可帮助教师及时了解 and 跟踪学生的学习状态、学习进度、学习笔记、自主与协作学习及学习效果等情况。

网站系统及多媒体课件采用 ASP.NET、JAV A、SQL、Dreamweaver、FLASH、Authorware、Netmeeting 等工具与技术方法编程实现和集成。

## 3 基于网络的专题教学设计与试验

### 3.1 专题教学设计

为充分利用“电路与电子学”学习网站探索基于网络环境的以教师为主导、学生为主体的教学模式的规律和教学效果与教学评价的方法,我们精心选择设计了电路定理、一阶电路时域分析、半导体器件及其性能、基本放大电路、集成运算放大器及其应用和稳压电路六个专题,依据建构主义学习理论,设计各专题教学与评价方案,采用行动研究<sup>[4]</sup>和评价研究方法开展基于网络资源利用的“电路与电子学”教改试验研究。为便于教学试验,在网站教学资源基础上,结合每一专题特点,以专题的内容简介、学习目标与任务、专题教学内容、教学难点与重点、典型例题、教学实验(含实际与虚拟仿真)、学习方法与指导、学习过程、学习成果、学习评价、学习反馈、在线测试等项目,借鉴 WebQuest 的思想,设计和组织专题试验所需的专题学习资源。每一个专题都按照四个部分组织撰写了较为详细的教学策略和教学设计及实施方案:(1)学习目标与任务;(2)学习者特征分

析;(3)学习环境选择与学习资源设计;(4)学习活动组织。

### 3.2 专题教学试验

根据专题教学设计方案和网站教学资源,我们先后分别选择了基于课堂讲授型的“情境探究”模式、基于网络环境下的主题研究性学习模式和基于网络课程自主学习模式,采用行动研究方法和评价研究方法进行相关专题的试验研究。试验对象为本院计算机科学系 2003 级计算机科学与技术 and 计算机科学教育两个专业(班)93 名本科生。

现以“RC-RL 电路的响应分析”为例来说明基于课堂的“情境探究”模式的网络教学试验步骤与过程。本专题需 4 学时。

#### 1) 情境创设

(1)教师把指针万用表拨到  $\times 1\text{K}\Omega$  档,用其黑表笔接一个电解电容的“+”极,当用红表笔接电解电容的“-”极时,让学生观察万用表指针变化规律;

(2)在学习网站动画教学中,分别观看 RC-RL 电路的充放电过程的动画演示,提醒学生注意观察,当电路开关状态发生变化时,电路中灯泡明暗的变化及其相应的波形变化规律。

#### 2) 针对情境中的现象设置问题

(1)万用表的红黑两表笔接电解电容时,万用表的指针为什么会突然由表的左边摆到右边,然后又慢慢地回到起始位置?

(2)动画演示中当开关状态发生变化时,电路中的灯泡为什么会由暗(亮)渐渐变亮(暗)?

(3)如何从理论上解释上述现象?即求解当电路状态发生变化后,RC-RL 电路的响应。

#### 3) 引导学生进行自主学习与协作学习

针对所设置的问题,教师应用多媒体课件对 RC 电路及其理论分析作简要讲解并提出学习目标与要求。学习者根据学习目标和任务确定个人学习计划,利用网站的电子教程和相关教学资源开展自主与协作学习。对 RC 电路进行理论分析之后,点击电子教程中的 RC 电路图即可链接进入仿真平台,借助仿真平台对 RC 电路作进一步的探究,主要完成如下任务。

(1)对 RC 一阶电路在不同的电路参数情形下的电路响应波形和变化规律及特点进行验证分析,并与理论结果作对比分析研究,从而体会并理解电路过渡过程和电路的暂态响应与稳态响应、固有响

应与强制响应、零输入响应与零状态响应及其相互关系以及电路的时间常数 $\tau$ 的意义,并能从波形图上大致确定时间常数 $\tau$ 的值

(2)要求学生在仿真平台上自行设计 RL 电路,观察分析研究其电路的响应,并与 RC 电路的响应作对比分析

(3)观察分析研究 RC 电路在输入周期脉冲信号时电路的过渡过程中的暂态响应和稳态响应及其特点

(4)分析研究 RC 电路时间常数 $\tau$ 远远大于或远远小于输入脉冲信号持续的时间时,电路中电阻或电容的响应输出电压与输入周期脉冲信号之间的波形关系,能得到什么规律和结论?

#### 4) 讨论与小结

在网上协作学习讨论区,各小组成员围绕教师所设置的问题,结合自主学习情况先在小组内交流讨论,之后由各小组长向全班同学汇报本组的学习情况。通过各小组对问题的讨论和学习评价,教师启发引导学生总结出如下结论。

(1) RC RL 电路由于要用一阶线性微分方程描述,所以称为一阶动态电路。

(2)零输入响应由电路中动态元件的初始储能所引起,而零状态响应则由外加激励引起

(3)系统全响应可分解为零输入响应和零状态响应;或暂态响应和稳态响应;或固有响应和强制响应

(4)动态电路中的电流电压响应由其换路时的初始值以指数规律向其稳态值过渡,其上升或衰减的快慢程度取决于电路的时间常数 $\tau$ ,其中 $\tau = RC$ 或 $\tau = L/R$

(5)工程上一般认为经过(3~5)倍的时间常数,电路的暂态过程就已结束,电路进入新的稳态

(6)电路时间常数 $\tau$ 远远大于或远远小于输入脉冲信号持续的时间时,电路中电阻或电容上的输出信号与输入信号之间具有微分或积分关系,此时的电路就称为微分或积分电路

#### 5) 课后作业

课后每个同学完成教师布置的设计性作业和“一阶电路响应分析”学习报告,并利用网站中的作业管理模块把作业上传到指定区域供师生评价。

#### 6) 作业作品展示与评价

同学的作业作品和学习报告,每位同学按规范性、正确性、完整性和创新性四个方面,每个方面以四个等级分别给组内其它同学的作业作品和学习报告评分,必要时也可加注评语,之后各小组长负责组织本组成员分别对获得本组前两名的作业作品和学习报告进行综合点评,加注评语后推荐提交给组间进行交流与评价。在组间交流评价时,每个同学均可浏览评阅各组所推荐的作业作品和学习报告,并按照与组内评价时相同的评价标准和要求对其进行评分并且发表评论。之后教师分别对大家所评出的前五名同学的作业作品和学习报告进行综合点评,并将作为本次教学试验中的优秀作业作品和学习报告传到展示区供大家随时浏览学习和参考。对在网上讨论中积极发言的和在小组和组间讨论中分别选中小组和全班的优胜者的学生都将授予优秀点评者并给予加分鼓励。

#### 7) 教学评价与反思

本单元教学任务完成后,我们从专题选择、网上学习资源设计、教学设计方案与策略、教学过程、仿真平台应用、网上学习适应性、自主学习、协作学习、教学效果、作业设计、基于网络的学习习惯、能力培养、存在问题和要求建议等方面共设计了16个调查题目分别以组织学生座谈和网上调查两种方式了解学习者对该单元教学试验的评价。主讲教师在收集、整理分析学生的调查结果基础上,会同试验课题组全体教师对本单元专题的教学试验进行反思,肯定成功的做法并推广应用;对所存在的问题,认真研究分析其原因,并提出改进措施和解决办法。依据反思结果,及时调整和修改后续学习单元的教学方案和教学策略,以期在下次教学试验中能收到较好的教学效果。

## 4 专题教学试验结果与分析

### 4.1 网上问卷调查结果

按照行动研究方法和评价研究方法依次对课程的六个教学专题试验后,在课程结束前,我们对基于网络环境的课程总体教学试验情况在网上以无记名投票方式做了在线问卷调查,要求两个试验班的93名学生必须全部参加调查投票,其投票的主要结果为:96.3%的学生认为该课程基于网络环境的教学试验是成功或基本成功的;93.1%的学生认为通过学习基本掌握了电路与电子学的基本理论知识和仿

真实验与实际操作实验方法; 90. 2% 的学生对网站所提供的学习资源和教学设计方案与策略表示满意或基本满意; 92. 6% 的学生认为体验了网络环境下的学习方式, 初步培养了网络环境下的学习习惯, 锻炼提高了自主学习与合作学习的能力; 83. 1% 的学生表示在网络环境下学习有利于提高学习质量和学习效率; 86. 3% 的学生认为教学试验中较好的体现了教师主导作用和学生主体的地位; 97. 8% 的学生认为电子电路仿真平台对在网络环境下学习“电路与电子学”的帮助作用比较大; 91. 4% 的学生表示仿真实验可部分替代或补充实际操作实验; 96. 2% 的学生认为课程中配有语音讲解的动画教学设计得好或比较好, 有助于学习者对电子电路的基本概念和工作原理与功能的深刻理解, 对学习者的帮助作用很大; 92. 6% 的学生对网站中的远程可视语音答疑讨论感兴趣并乐于使用; 94. 7% 的学生对网上答疑满意或比较满意; 81. 5% 的学生对作业量和学习活动安排表示满意或比较满意, 但只有 67. 2% 的学生愿意无纸化作业; 78. 5% 的学生表示乐意利用教学论坛开展协作讨论与交流学习; 96. 1% 的学生对课程设计及效果满意或比较满意

#### 4.2 学习绩效评价结果

期末我们按学生学习的出勤率、电子档案袋、网络课堂讨论、网络学习资源利用、作业作品、仿真实验、实验、课程设计、期末考试共 9 项, 以百分制按权重值分别为 0.05、0.05、0.1、0.05、0.1、0.05、0.1、0.1、0.4 进行加权平均作为学生的课程总评成绩。对在专题试验中获得全班作业作品或学习报告的优胜者和在协作学习及讨论交流评价中因表现突出被授予优秀点评者的学生按其获得的次数以每次一分累加计入其总评成绩中。课程总评成绩结果为: 两个试验班的 93 名学生只有 4 名不及格, 及格率为 95. 7%, 80 分以上者占 39. 8%, 平均分为 77. 3

#### 4.3 试验结果分析与结论

据网上问卷调查和学习绩效评价结果, 从整体来看, 基于网络资源利用的“电路与电子学”专题教学试验还是比较成功的。

(1) 同学们对基于网络资源利用的“电路与电子学”教改试验的学习资源、专题教学设计、教学策略及试验过程是肯定与认同的。通过试验, 师生更新了教学观念, 培养了学生基于网络环境的学习习惯和思维方式以及学习的自觉性与能动性, 训练和提高了

了学生的自主学习与协作学习和无纸化作业的能力及其信息素养

(2) 在线学习电路与电子学理论时, 学习者可随时利用仿真平台实时设置和测试电路中各元件的参数和电流电压功率的数值, 并能形象直观地观测其波形及相互关系, 有效地帮助学习者理解电路的现象、工作原理及其功能, 而这在传统的课程教学中是不易做到的。借助于仿真平台学习者能快速搭建电路进行仿真实验学习和研究, 仿真实验可部分替代或补充实际操作实验, 既省时又省力, 又能收到等效的实验学习效果。

(3) 基于网络环境学习有利于提高教学质量。由于网络资源可重复利用性, 并且不像课堂教学那样要受到时间和空间的严格限制, 学习者在课外可随时根据自己的时间来选择利用网络课程中的在线教程、专题教学录像、动画教学、电子教案、网上答疑和教学论坛等教学资源 and 工具对课堂所学内容和知识点进行查缺补漏, 直至融会贯通

(4) 网络环境下教学可大大提高学习效率。通过试验, 课程中所试验部分的学时数比原来纯课堂教学学时数减少了近三分之一, 从而利用所剩出的三周时间安排了开放性实验和课程设计。学生自行设计调试了电子镇流器、功率放大器、模拟信号运算电路、电压比较器、有源滤波电路、稳压电源、信号发生器等实用单元电路, 真正做到了理论联系实际、学以致用。这种教学安排很受学生欢迎。

### 5 试验中存在的问题

(1) 有相当一部分同学仍习惯于以教为主的传统教学模式, 网络环境下学习给他们学习和思考的自由度太大, 学习内容和学习过程不如教师课堂讲授那样感觉紧凑、结构清晰、逻辑性和系统性强

(2) 通过网络学习那些概念比较抽象、逻辑演绎推理比较复杂等理论性较强的内容时, 学生容易感到乏味而分心; 长时间面对电脑屏幕易使眼睛和大脑疲劳, 缺乏情感交流, 不利于学生思考与思维发展

(3) 一些自我约束和自我控制能力较差的同学, 面对网络就会感到无所适从, 学习注意力不集中而导致学习效率降低; 易被网上游戏、QQ 聊天等娱乐性资源所吸引, 往往跟不上教学进度, 完不成学习任务

(4)网络学习由于学习者容易出现学习任务和状态不明确、分心、迷航、和认识超载等问题以及学习者学习的自觉性、能动性和自我效能感的差别,所以容易导致学习出现两极分化。协作学习讨论和教学论坛往往就成为少数优秀学生学习的“天下”。因此,如何有效地解决基于网络学习中的这些问题还有待于继续做深入细致地试验探索与研究。

## 6 结束语

通过近一年的基于网络环境的“电路与电子学”课程的教改试验实践与研究,我们深切地体会到网络环境下的教学的确是一种全新的方式,它对师生各方面都提出了较高的要求,要彻底从传统的教学模式中转变过来,不仅需要大量而细致的教学资源开发建设,网络学习环境设计、教学设计和教学试验等工作,而且师生都需要有一个逐步适应的过渡过程。我们认为开展基于网络资源利用的“电路与电子学”课程教改试验,在教学中既要充分发挥教师的主导作用,又要突现学生在学习过程中的主体地位,即能较好的体现“主导-主体”相结合的教学模式。

(上接第 47页李书权等文)

我们全体电机老师都认真的把“电力系统及其自动化”专业的专业课重新学习了一遍,大大提高了电机教学的针对性,使教学效果大为提高。对《电机学》与《电力系统分析》教材不统一的地方进行了统一,如标么值基准值的选取,《电机学》中采用额定的相值,而《电力系统分析》采用额定的线值。我们的方法如下:电机教学中仍然沿用额定的相值作为基准值,这样定义有助于学生对阻抗基准值的理解;将标么值定义为相与额定相值之比,且要进一步推导出相值与额定相值之比又等于线值与额定线值之比。这样的基准值概念清晰,既不违反《电机学》教材基准值的定义,又可以在“电力系统分析”课程讲授时实现顺利过渡。又如,对于同步电机突然短路瞬变过程中的瞬变电抗、超瞬变电抗,电机学中只讲授各电抗的物理意义,而数学模型是在电力系统分析课程中建立的。两者分散在不同的教材中,学习时联系不够,效果很差。对于这个问题,我们准备将“电力系统分析”中的“同步机”部分放到“电机学”中来讲授,力争取得良好的效果。

注重培养学生发现问题并基于问题或以任务驱动方式进行自主探究与协作学习的能力,问题解决的能力,创新能力和团结合作的精神。

上述试验效果和相关分析的普遍意义及课程其余内容的网上教学试验效果以及试验中所发现的问题都有待于进一步全面细致的教学试验探索研究与检验证实。

## 参考文献:

- [1] 何克抗. 现代教育技术和优质网络课程的设计与开发 [J]. 北京: 中国电化教育, 2004(6)
- [2] 广东省高校现代教育技术“151”工程建设规范 [S]. 2003
- [3] 何克抗, 郑永柏, 谢幼如. 教学系统设计 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2002
- [4] 宋虎平. 行动研究 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2003
- [5] 刘淑英, 蔡胜乐, 王文辉. 电路与电子学 (第二版) [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002
- [6] 李桂丹, 宋学军, 周树棠, 王燕琳. 利用多媒体课件和网络教育平台进行电路教学改革 [J]. 南京: 电气电子教学学报, 2005, 27(1)
- [7] 王厚天, 杨恒新. 用多媒体技术改革“电子电路”课程教学模式 [J]. 南京: 电气电子教学学报, 2005, 27(1)

## 3 结束语

在近三年电机学的课堂教学中,我们对 2001~2003级学生进行了下列尝试:紧紧抓住电机基本理论的内在联系,强化电机结构的理解,突出工程分析方法,深刻理解磁动势的平衡,注重与后续课程的联系。通过这一系列做法,使得学生基本消除了学习电机的畏难情绪,学生对电机教学的满意率达 86% 以上,取得了良好的教学效果。

## 参考文献:

- [1] 辜承林, 陈乔夫, 熊永前. 电机学 [M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2001
- [2] 谭家玉. 高校多媒体课件教学中的教学改革 [J]. 哈尔滨: 黑龙江高教研究, 2004(4)
- [3] 刘少克. 对比式教学法在电机教学中的应用 [J]. 湘潭: 湖南工程学院学报, 2002, 12(3)
- [4] 李文辉, 丁守成. 电机类课程教学改革的研究与实践 [J]. 南京: 电气电子教学学报, 2004, 26(5)

## 网络环境下基于问题学习的专题教学设计与实践

崔怀林

(广东技术师范学院 计算机科学系, 广东 广州 510665)

**摘 要:** 介绍了基于问题学习的基本概念, 给出了网络环境下基于问题学习的电路与电子学课程中基本放大电路专题的单元教学设计案例及其教学试验过程, 并总结分析了教学试验结果。

**关键词:** 基于问题的学习; 教学设计; 教学模式; 教学试验; 网络环境

**中图分类号:** G 434

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-402X (2005)04-0067-04

## 1 引言

现代信息技术的迅猛发展, 为人们的工作方式、学习方式和生活方式带来了前所未有的冲击。网络凭借其信息存储容量大、表现形式多样化、高度共享性和扩展性以及交流实时性和便利性等独特的优势在教育领域中得到日益广泛的应用。特别是 Internet 与校园网的接轨, 为学校教育教学提供了丰富的资源, 打破了学生仅以教科书作为知识来源单一渠道的局限, 为改变长期以来以教师灌输、传授为主要方法的传统教学模式提供了有力的技术支持; 为各类教育资源的多层次开发和建设创造了良好的环境; 并将对全面推进教育信息化, 深化教育改革而发挥越来越重要的作用。为顺应信息化教育的时代潮流, 与时俱进, 我们开展了《电路与电子学》课程的网上教学资源建设和基于网络环境的《基本放大电路》专题单元的教学设计及其教学试验的研究工作, 旨在转变教学观念, 学习应用现代教育技术理论和方法, 探索网络环境下《基本放大电路》专题的基于问题学习的自主探究学习与协作学习的教学模式和学习评价模式, 使学生体验网络环境下学习的魅力, 初步培养学生基于网络进行自主探究学习、协作学习的学习能力和学习习惯, 为今后全面开展基于网络的《电路与电子学》课程奠定良好的基础。

## 2 基于问题学习的概述

基于问题学习 (Problem-based learning, PBL) 是一种教学方法, 指学生利用知识和技能解决一系列实际问题, 从而达到建构经验的目的 (Bligh, 1995)。它强调把学习设置到复杂的、有意义的问题

情境中, 通过学习者的合作来寻找真正的问题, 从而学习隐含在问题背后的科学知识, 形成解决问题的技能和自主学习的能力。PBL 是 1969 年由美国的神经病学教授 Barrows 在加拿大的麦克马斯特大学首创, 先后在 60 多所医科学院校中推广、修正, 现在, 更多的院校采用这种教学方法进行教学或教学改革, 包括教育学院、商学院、工程学院等以及一些高级中学, 已成为国际上最流行的一种教学策略。

PBL 的特点主要体现在如下几个方面: 1. PBL 是一种以学习者为中心的教学方式, 在 PBL 中学习者问题的解决者和意义的建构者, 必须赋予他们对于自己学习和教育的责任和培养他们独立自主的精神, 教师在 PBL 中的责任是提供学习材料, 引导学生进行学习, 监控整个学习过程使计划顺利地进行。2. PBL 是基于真实情境问题的学习。在 PBL 中是基于散乱的复杂的问题, 这些问题非常接近现实世界或真实情境, 在 PBL 中的问题必须对学习有一定的挑战性, 能够发展学习者有效地解决问题的技能和高级思维能力, 这样就能确保在将来的工作和学习中学习者的能力有效地迁移到实际问题的解决中。3. PBL 是以问题为核心的高水平的学习。从心理学的角度来说, 问题可分为结构良好领域的问题和结构不良领域的问题, 结构良好领域问题的解决过程和答案都是稳定的, 结构不良领域的问题则往往没有规则和稳定性, PBL 中的问题是属于结构不良领域的问题, 不能简单地套用原来的解决方法, 要面对新问题, 在原有经验的基础上进行中心分析来解决问题, 而高水平的学习要求学生把握概念之间的复杂联系并广泛灵活地应用到具体的问题情境中去。因此, PBL 是以问题为核心的高水平的学习。

基金项目: 广东省高校现代教育技术“151”工程研究项目(GDG042)

收稿日期: 2005-04-25

作者简介: 崔怀林 (1963-), 男, 陕西岐山人, 广东技术师范学院副教授, 西北工业大学在职博士生, 研究方向为信号与信息处理。

PBL 通过提出和解决问题实现知识经验的建构,根据 Barrows 的模型,PBL 大致包括组织小组、展示问题、小组协作交流学习、学习活动汇报、有意识地反思问题解决的过程等环节与操作步骤。PBL 所强调的不只是让学生解决问题,而且要让他们理解问题背后的关系和机制,从而能较好地概括和理解新知识的应用情境,最终达成新知识的意义建构。基于问题学习的教学法综合了自主学习、发现学习、协作学习、综合学习以及范例学习等多种学习方式的特点,对于激发学生学习兴趣与学习自主性、创造性,培养学生的协作精神与自学能力均有较理想的效果。

### 3 放大电路单元教学设计案例 与教学试验过程

#### 3.1 学习目标

(1) 识记基本放大电路的组成,能解释各电路元件的作用。(2) 理解预会单管放大电路的工作原理及其特点。(3) 会用估算法求解单、多级放大电路的静态工作点,了解图解分析法,能解释电路参数对静态工作点的影响;并能举例说明由于静态工作点的设置不当对放大电路的输出电压波形所造成的影响。(4) 了解晶体管三极管的微变等效模型,熟练掌握基本放大电路的微变等效电路分析方法,掌握放大器的电压放大倍数测试方法。(5) 了解分压式偏置放大器静态工作点的稳定原理,掌握分压式偏置放大器的静态工作点调整方法,理解放大电路工作点稳定的重要性。(6) 熟练掌握放大电路的三种基本组态电路的组成及其应用特点。(7) 了解多级放大电路的基本概念及其电路分析。(8) 会用电子电路仿真平台对放大电路进行仿真分析,并能设计简单的单、多级放大电路。

#### 3.2 教学模式与教学策略

以建构主义学习理论和教学系统设计理论为指导,采用网络环境下基于问题的学习(PBL)和任务驱动的自主探究及小组协作交流的学习模式,按照行动研究和评价研究方法来开展教学试验。根据知识体系与逻辑关系,放大电路专题被分解为五个子题目以循序渐进方式展开,计划用6学时完成,其教学流程为:情境创设,教师导学并展示事先已设计好的问题→学生基于问题和任务驱动进行自主探索学习→小组协商、讨论交流→小组总结汇报→评价、反思。教学过程要以学生为中心,教师以启发、引导和组织学生获取解决问题的策略为主,旨在着重体现学生的自主探究学习,为学生的自主学习担当好学科专家、资源的引导者、意义建构的组织者和任务的咨询者等多重角色,从而有效地帮助和促进学习者开展自主探究学习。

#### 3.3 学习方法建议

建议学习者按以下步骤和方法开展网络环境下的自主探究与协作学习。(1) 明确学习主题和任务,并根据专题所设计的问题与任务制定个人学习计划;(2) 依据学习计划利用《电路与电子学》学习网站在线学习中的电子教程、教学动画、视频、学习指导、电子电路仿真平台、仿真实验、电子教案和常见问题解答等网上学习资源和学习工具及相关网站开展自主探究学习;(3) 按照电子教程中所设计的仿真方法、步骤和学习指导在电子电路仿真平台上对相应的放大电路进行仿真验证分析和研究,以帮助学习者对放大电路的工作原理和分析方法及其性能特性有更加深入而全面的认识和理解;(4) 应用课程教学论坛和网上通信工具(如 E-mail、QQ、Char-room 等)进行小组交流协作,协同学习成果;(5) 课后完成设计性作业并制作学习小结电子幻灯片;(6) 师生共同总结评价。

#### 3.4 学习内容与目标

##### 3.4.1 基本放大电路组成及工作原理

(1) 通过扩音机、音响、功放等实例电路引入信号放大的概念,并为学生设置如下几个问题:1) 一个放大电路应由哪些电路元件组成?各元件起什么作用?其参数的取值范围如何?2) 要把一个微弱的电信号放大成功率足够大的信号,放大电路应具备什么条件?3) 放大电路中直流和交流信号通路有何异同?4) 怎样获得直、交流通路?5) 对放大电路能否应用叠加定理进行分析?

(2) 学习目标与要求:学习者按照基于问题的学习(PBL)方式通过浏览《电路与电子学》学习网站在线学习内容、教学动画以及相关网络教学资源进行自主探究,学习者经过自主学习后,以小组为单位围绕以上问题,结合各自的自主学习情况进行交流与协作讨论学习,并对基本放大电路的组成特点及其工作原理进行小结,从而能明确地认识到放大电路的本质就是在输入信号的线性控制下把电路内的直流电源的能量转换成输出信号的能量,即信号放大所增加的能量是由直流电源提供的。

##### 3.4.2 放大电路的静态工作点与图解分析方法

(1) 设置问题:1) 什么叫放大电路的静态工作点,怎样求解放大电路的静态工作点?2) 电路参数、温度对静态工作点有何影响?3) 怎样用图解法对放大电路进行静态与动态分析?4) 静态工作点  $Q$  选择过高或过低会导致什么问题?5) 稳定静态工作点有何意义?常用的稳定静态工作点的偏置电路有哪儿种?各有何特点?6) 怎样确定放大电路输出信号电压的动态范围?

(2) 学习目标与要求:通过自主探究和小组协

作讨论学习,归纳总结求解静态工作点的两种分析方法以及电路元件参数变化对静态工作点影响规律;总结并掌握用图解分析法求解放大电路的方法和步骤;能解释放大电路产生饱和或截止失真的原因并掌握改善放大电路饱和或截止失真的方法,从而明晰放大电路只有在选择合适的静态工作点时才能对信号进行无失真放大,熟记常用的稳定静态工作点的偏置电路及其特点。

#### 3.4.3 微变等效电路分析法

(1) 设置问题:1) 什么叫微变等效电路法? 2) 怎样获得放大电路的微变等效电路? 3) 如何通过微变等效电路求取放大电路的性能指标(输入阻抗、输出阻抗及电压放大倍数)?

(2) 学习目标与要求:学习者利用《电路与电子学》学习网站中的相关学习资源以及电子电路仿真平台,按照基于问题的学习方式(PBL)进行自主探究学习,能用电子电路仿真平台验证晶体管微变等效电路模型,并对由NPN型三极管组成的共射放大电路进行仿真分析,观察放大电路的输入、输出信号波形、三极管各极间的信号波形特征及其相互关系,研究元件参数变化对放大电路的工作状态和性能指标的影响,并能对各种变化情形给予正确的理论解释,最后通过小组讨论归纳总结用微变等效电路法分析放大电路的步骤及利用仿真平台研究分析放大电路性能指标的方法。

#### 3.4.4 三种基本组态放大电路性能比较

(1) 设置问题:1) 放大电路有哪三种基本组态?其组成特点是什么? 2) 在仿真平台上如何对共集、共基放大电路进行仿真分析? 3) 三种基本组态放大电路各有何应用特点?

(2) 学习目标与要求:小组内各成员先通过浏览《电路与电子学》学习网站中的相关学习资源自主学习分析共集电极放大电路(射极输出器)、共基极放大电路及其性能特点,并在仿真平台上对相应的电路进行仿真分析,之后小组成员之间进行交流讨论,通过比较分析,归纳总结三种基本组态放大电路性能及其应用。

#### 3.4.5 多级放大电路

(1) 设置问题:1) 多级放大电路有哪三种耦合方式?各有何特点? 2) 怎样对多级放大电路进行分析? 3) 多级放大电路的性能指标与各级的性能指标有何关系?

(2) 学习目标与要求:小组成员通过各自对多级放大电路的自主探究学习和组内协作学习及讨论,从而能够明晰多级放大电路的三种耦合方式、特点,掌握多级放大电路的分析步骤和方法及多级放大电路的调试与测试方法,了解通频带的概念,会用电子电路仿真平台分析多级放大电路的频率特性。

#### 3.5 测试与作业

为了解和检验学习者利用网络开展学习的效果,要求学习者需按规定完成指定的作业。作业分两种类型,一种为检测巩固基本知识点的客观性题目;另一种为分析设计性的综合性题目。要求学习者利用课外时间自主安排时间独立完成作业,对分析设计性题目还需用电子电路仿真平台进行仿真分析和调试,学习者用 Word 整理编辑作业,将作业的电子文档通过网络上传到《电路与电子学》学习网站中的学生作业作品区供师生评价。

#### 3.6 教学评价与反思

本单元教学任务完成后,要及时组织学生以座谈和网上调查两种方式了解学习者对该单元教学试验的评价,主讲教师在收集、整理分析学生的调查结果基础上,会同试验课题组全体教师对本单元专题的教学试验进行反思,肯定成功的做法并将推广应用;对所存在的问题,认真研分析其原因,并提出改进措施和解决办法,依据反思结果,及时调整和修改后续学习单元的教学方案和教学策略,以期在下次教学试验中能收到较好的教学效果。

#### 4 专题教学试验结果

依据行动研究方法和评价研究方法,按照专题教学设计方案,组织实施了网络环境下放大电路专题试验后,为了解学生对本专题内容的掌握情况和学习效果及学习者对该单元教学试验的评价,我们进行了测试和网上调查,测试题目分检测基本概念和基本分析方法掌握情况的客观性题目和考查学生综合应用设计性题目。网上调查我们从专题选择、网上学习资源设计、教学模式、教学设计方案与策略、教学过程、仿真平台应用、网上学习适应性、自主学习、协作学习、学习态度、学习状态、教学效果、作业设计、基于网络的学习习惯、能力培养、存在问题和要求建议等方面共设计了20个调查题目的电子问卷。对我院计算机科学系03级两个本科试验班的93名同学进行了测试和网上无记名在线问卷调查,其测试结果为:两个试验班的93名学生只有4人不及格,占4.3%;60-69分的16人,占17.2%;70-79分的32人,占34.4%;80-89分的30人,占32.3%;90分以上的11人,占11.8%,平均分为78.2。网上投票的主要结果为:97.2%的学生认为该专题基于网络环境的教学试验是成功或基本成功的;94.1%的学生认为通过学习基本掌握了放大电路的基本概念、工作原理、理论分析方法和仿真分析方法及其实验方法;91.2%的学生对网站所提供的学习资源和教学设计方案与策略表示满意或基本满意;92.6%的学生认为体验了网络环境下基于问题的学习方式,初步培养了网络环境下的学习习惯,锻炼提高了自主学习与合作学习的能力;84.1%的学

生表示在网络环境下学习有利于提高学习质量和学习效率;97.8%的学生认为电子电路仿真平台对在网络环境下学习《电路与电子学》的帮助作用比较大;93.1%的学生表示仿真实验可部分替代或补充实际操作实验;96.2%的学生认为课程中配有语音讲解的动画教学设计得好或比较好,有助于学习者对电子电路的基本概念和工作原理与功能的深刻理解,对学习者的帮助作用很大;92.5%的学生对网站中的远程可视语音答疑讨论感兴趣并乐于使用;94.7%的学生对网上答疑满意或比较满意;83.9%的学生表示乐意利用教学论坛开展协作讨论与交流学习;82.5%的学生对作业量和学习活动安排表示满意或比较满意,但只有68.2%的学生愿意无纸化作业;21.6%的学生认为需要进一步加强网络环境下的教学监控与管理;17.3%的学生还希望加强师生之间的教学互动;22.5%的学生建议进一步改善网络教室的网络环境,从而为开展基于网络的教学提供优质的网络环境与服务。

#### 5 结束语

据学习测试和网上问卷调查评价结果,从整体来看,同学们对基于网络环境的放大电路专题单元的学习资源、学习模式、专题教学设计、教学策略及试验过程是肯定与认同的,教学试验是比较成功的。通过试验,师生更新了教学观念,体验了网络环境下基于问题的学习方式,初步培养了学生基于网络环境的学习习惯、思维方式以及学习的自觉性与能动性,训练和提高了学生的自主学习与协作学习和无纸化作业的能力及其信息素养。基于网络学习放大电路时,学习者可随时利用电子电路仿真平台实时设置和测试放大电路中各元件的参数和电流电压功率的数值,并能形象直观地观测各元件的电压波形和放大电路的输入输出波形及其相互关系,可方便的研究放大电路的工作原理及其性能指标,而这在传统的课程教学中是不易做到的。借助于仿真平台学习者能快速搭建各种放大电路并进行仿真实验学

习和研究,仿真实验可部分替代或补充实际操作实验,既节省人力物力和时间,又能收到等效的实验学习效果。由于网络资源具有可重复利用性,不像课堂教学那样要受到时间和空间的严格限制,所以学习者可随时根据自己的时间来选择利用《电路与电子学》学习网络网站中的在线教程、专题教学录像、动画教学、学习指导、仿真实验室、电子教案、网上答疑和教学论坛等教学资源 and 工具对课堂所学内容和知识点进行查缺补漏,直至融会贯通。教学实践证明:基于网络环境的学习可大大提高学习效率并有利于提高教学质量。

网络环境下的教学是一种全新方式,它对师生各方面都提出了较高的要求,要彻底从传统的教学模式中转变过来,不仅需要大量细致地教学资源开发建设,网络学习环境设计、教案设计和教学试验等工作,而且师生都需要有一个逐步过渡适应的过程。网络环境下的基于问题学习的《放大电路》专题单元教学试验是一次有益的实践探索,它为今后全面深入地开展基于网络资源利用的《电路与电子学》课程教改试验研究奠定了重要的基础。

#### 参考文献:

- [1] 高维利,孔维宏. 网络环境下基于问题的学习[J]. 中国电化教育,2004,(8):28-31.
- [2] 谢幼如,尹青. 专题学习网站的教学设计[J]. 电化教育研究,2003,(1):34-38.
- [3] 谢幼如. 网络环境的专题教学设计[J]. 电化教育研究,2004,(5):37-41.
- [4] 广东省高校现代教育技术“151”工程建设规范[S]. 2003.
- [5] 刘克抗,郑永柏,谢幼如. 教学系统设计[M]. 北京:北京师范大学出版社,2002.
- [6] 宋克平. 行动研究[M]. 北京:教育科学出版社,2001.

[审稿 彭 平]

## The Instructional Design and Experiment of Project - Based Learning on Web

Cui Huailin

(Department of Computer Science, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou 510665, China)

**Abstract:** This paper introduces the conception of problem - based learning. A practical instruction design of the amplifier circuit on Web is presented. The instructional experiment has been made with satisfactory results.

**Key words:** problem - based learning; instructional design; instructional model; instructional experiment; Web - based learning environment

# 网络环境下基于问题学习的专题教学设计与试验

崔怀林

(1. 广东技术师范学院, 广东 广州 510665;  
2. 西北工业大学 电子与通信工程系, 陕西 西安 710072)

**摘要:** 基于问题的学习是一种以学习者为中心、以问题为核心的高水平的学习, 其问题是复杂、散乱和接近真实情境的。以《电路与电子学》课程中的“基本放大电路”教学单元为专题, 从情境创设、教师导学、学生学习、小组协商、小组总结、评价与反思等几个环节架构教学流程, 开展网络环境下基于问题的学习和任务驱动的自由探究及小组协作学习的教学试验, 结果证明这个试验是成功的, 网络环境下基于问题的学习提高了学习效率和教学质量。

**关键词:** 网络环境; 基于问题学习; 教学设计; 教学模式

**中图分类号:** TP393.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3219(2005)32-0068-04

为顺应信息化教育的时代潮流, 与时俱进, 广东技术师范学院计算机科学系开展了《电路与电子学》课程的网上教学资源建设和基于网络环境的《基本放大电路》专题单元的教学设计及其教学试验的研究工作, 旨在转变教学观念, 学习应用现代教育技术理论和方法, 探索网络环境下《基本放大电路》专题的基于问题学习的自主探究学习与协作学习的教学模式和学习评价模式, 使学生体验网络环境下学习的魅力, 初步培养学生基于网络进行自主探究学习、协作学习的能力和习惯, 为今后全面开展基于网络的《电路与电子学》课程奠定良好的基础。

## 一、“基于问题学习”的概述

基于问题学习(Problem-based learning, PBL)是一种教学方法, 指学生利用知识和技能解决一系列实际问题, 从而达到建构经验的目的(Bligh, 1995)。它强调把学习设置到复杂的、有意义的问题情境中, 通过学习者的合作来解决真正的问题, 从而学习隐含在问题背后的科学知识, 形成解决问题的技能和自主学习的能力。PBL是1969年由

美国的神经病学教授 Barrows在加拿大的麦克马斯特大学首创, 先后在60多所医科学学校中推广、修正, 现在已成为国际上较流行的一种教学策略。

PBL的特点主要体现在如下几个方面:

PBL是一种以学习者为中心的教学方式, 在PBL中学习者问题的解决者和意义的建构者, 必须赋予他们对于自己学习和教育的责任和培养他们独立自主的精神。教师在PBL中的责任是提供学习材料, 引导学生进行学习, 监控整个学习过程使计划顺利进行。

PBL是基于真实情境问题的学习。这些问题是散乱的、复杂的, 非常接近现实世界或真实情境, 在PBL中的问题必须对学习者有一定的挑战性, 能够发展学习者有效地解决问题的技能和高级思维能力。

PBL是以问题为核心的高水平的学习。从心理学的角度来说, 问题可分为结构良好领域的问题和结构不良领域的问题。结构良好领域问题的解决过程和答案都是稳定的, 结构不良领域的问题则往往没有规则和稳定性。PBL中的问题是属

收稿日期: 2005-09-02

作者简介: 崔怀林(1963—)男, 陕西岐山人, 广东技术师范学院副教授; 西北工业大学航海学院电子与通信工程系在读博士。

基金项目: 广东省高校现代教育技术“151”工程研究项目(GDC042)。

于结构不良领域的问题,不能简单地套用原来的解决方法。要在原有经验的基础上进行中心分析来解决问题。而高水平的学习要求学生把握概念之间的复杂联系并广泛灵活地应用到具体的问题情境中去。

PBL通过提出和解决问题实现知识经验的建构,根据 Barrows 的模型, PBL大致包括组织小组、展示问题、小组协作交流学习、学习活动汇报、有意地反思问题解决的过程等环节与操作步骤。PBL所强调的不只是让学生解决问题,而且要让他们理解问题背后的关系和机制,从而能较好地概括和理解新知识的应用情境,最终达成新知识的意义建构。基于问题学习的教学法综合了自主学习、发现学习、协作学习、综合学习以及范例学习等多种学习方式的优势,对于激发学生学习兴趣与学习自主性、创造性,培养学生的协作精神与自学能力均有较理想的效果。

## 二、放大电路单元教学设计案例与教学试验过程

### (一)学习目标

识记基本放大电路的组成,能解释各电路元件的作用;理解领会单管放大电路的工作原理及其特点;会用估算法求解单、多级放大电路的静态工作点,了解图解分析法,能解释电路参数对静态工作点的影响,并能举例说明由于静态工作点的设置不当对放大电路的输出电压波形所造成的影响;了解晶体三极管的微变等效模型,熟练掌握基本放大电路的微变等效电路分析方法,掌握放大器的电压放大倍数测试方法;了解分压式偏置放大器静态工作点的稳定原理,掌握分压式偏置放大器的静态工作点调整方法,理解放大电路工作点稳定的重要性;熟练掌握放大电路的三种基本组态电路的组成及其应用特点;了解多级放大电路的基本概念及其电路分析;会用电子电路仿真平台对放大电路进行仿真分析,并能设计简单的单、多级放大电路。

### (二)教学模式与教学策略

以建构主义学习理论和教学系统设计理论为指导,采用网络环境下基于问题的学习(PBL)和任务驱动的自主探究及小组协作交流的学习模式,按照行动研究和评价研究方法开展教学试验。根据知识体系与逻辑关系,放大电路专题被分解为5个子题目以顺序螺旋渐进方式展开,计划用6学时完成。其教学流程为:情境创设、教师导学并展示事先已设计好的问题→学生基于问题和任务驱动进行自主探究学习→小组协商、讨论交流→小组总结汇报→评价、反思。教学过程要以学生为中心,教师以启发、引导和组织学生获取解决问题的策略为主,旨在为学生的自主学习担当好资

源的引导者、意义建构的组织者和任务的咨询者等多重角色,从而有效地帮助和促进学习者开展自主探究学习。

### (三)学习方法建议

建议学习者按以下步骤和方法开展自主探究与协作学习:明确学习主题和任务,并根据专题所设计的问题与任务制定个人学习计划;依据学习计划利用《电路与电子学》学习网站在线学习中的电子教程、教学动画、视频、学习指导、电子电路仿真平台、仿真实验、电子教案和常见问题解答等网上学习资源和学习工具及相关网站开展自主探究学习;按照电子教程中所设计的仿真方法、步骤和学习指导在电子电路仿真平台上对相应的放大电路进行仿真验证分析和研究,以帮助学习者对放大电路的工作原理和分析方法及其性能特性有更加深入而全面的认识和理解;应用课程教学论坛和网上通信工具(如 E-mail、QQ、Charroom等)进行小组交流协作,课后完成设计性作业并制作学习小结电子幻灯片;师生共同总结评价。

### (四)学习内容与目标

#### 1. 基本放大电路组成及工作原理

通过扩音机、音响、功放等实例电路引入信号放大的概念,并为学习者设置如下几个问题:一个放大电路应由哪些电路元件组成?各元件起什么作用?其参数的取值范围如何?要把一个微弱的电信号放大成功率足够大的信号,放大电路应具备什么条件?放大电路中直流和交流信号通路有何异同?怎样获得直、交流通路?对放大电路能否应用叠加定理进行分析?

学习目标与要求:学习者按照基于问题的学习(PBL)方式通过浏览《电路与电子学》学习网站在线学习中的基本放大电路及其分析的章、节所提供的学习内容、教学动画以及相关网络教学资源进行自主探究,以小组为单位围绕以上问题,结合各自的自主学习情况进行交流与协作讨论学习,并对基本放大电路的组成特点及其工作原理进行小结,从而能明确认识到放大电路的本质就是在输入信号的线性控制下把电路内的直流电源的能量转换成输出信号的能量,即信号放大所增加的能量是由直流电源提供的。

#### 2. 放大电路的静态工作点与图解分析方法

设置问题:什么叫放大电路的静态工作点?怎样求解放大电路的静态工作点?电路参数、温度对静态工作点有何影响?怎样用图解法对放大电路进行静态与动态分析?静态工作点 $Q$ 选择过高或过低会导致什么问题?稳定静态工作点有何意义?常用的稳定静态工作点的偏置电路有哪几种?各有何特点?怎样确定放大电路输出信号电压的动态范围?

学习目标与要求:通过自主探究和小组协作讨论学习,归纳总结求解静态工作点的两种分析方法以及电路元件参数变化对静态工作点影响规律;总结并掌握用图解分析法求解放大电路的方法和步骤;能解释放大电路产生饱和或截止失真的原因并掌握改善放大电路饱和或截止失真的方法,从而明晰放大电路只有在选择合适的静态工作点时才能对信号进行无失真放大。熟记常用的稳定静态工作点的偏置电路及其特点。

### 3 微变等效电路分析法

设置问题:什么叫微变等效电路法?怎样获得放大电路的微变等效电路?如何通过微变等效电路求取放大电路的性能指标(输入阻抗、输出阻抗及电压放大倍数)?

学习目标与要求:学习者利用《电路与电子学》学习网站中的相关学习资源以及电子电路仿真平台,按照基于问题的学习方式自主探究学习,能用电子电路仿真平台验证晶体三极管的微变等效电路模型,并对由NPN型三极管组成的共射放大电路进行仿真分析,观察放大电路的输入、输出信号波形、三极管各极间的信号波形特征及其相互关系,研究元件参数变化对放大电路的工作状态和性能指标的影响,并能对各种变化情形给予正确的理论解释。最后通过小组讨论、归纳、总结,用微变等效电路法分析放大电路的步骤及利用仿真平台研究分析放大电路性能指标的方法。

### 4 三种基本组态放大电路性能比较

设置问题:放大电路有哪三种基本组态?其组成特点是什么?在仿真平台上如何对共集、共基放大电路进行仿真分析?三种基本组态放大电路各有何应用特点?

学习目标与要求:小组内各成员先通过浏览《电路与电子学》学习网站中的相关学习资源自主学习分析共集电极放大电路(射极输出器)、共基极放大电路及其性能特点,并在仿真平台上对相应的电路进行仿真分析,之后小组成员之间进行交流讨论,通过比较分析,归纳总结三种基本组态放大电路性能及其应用。

### 5 多级放大电路

设置问题:多级放大电路有哪三种耦合方式?各有何特点?怎样对多级放大电路进行分析?多级放大电路的性能指标与各级的性能指标有何关系?

学习目标与要求:小组成员通过各自对多级放大电路的自主探究学习和组内协作学习及讨论,明晰多级放大电路的三种耦合方式、特点,掌握多级放大电路的分析步骤和方法及多级放大电路的调试与测试方法。了解通频带的概念,会用

电子电路仿真平台分析多级放大电路的频率特性。

### (五)测试与作业

作业分两种类型,一种为检测和巩固基本知识点的客观性题目;另一种为分析设计性的综合性题目。要求学习者利用课余时间自主安排时间独立完成作业,对分析设计性题目还需用电子电路仿真平台进行仿真分析和调试。学习者用Word整理编辑作业,将作业的电子文档通过网络上传到《电路与电子学》学习网站中的学生作业作品区供师生评价。

### (六)教学评价与反思

本单元教学任务完成后,要及时组织学生以座谈和网上调查两种方式了解学习者对该单元教学试验的评价。主讲教师在收集、整理分析学生的调查结果基础上,会同试验课题组全体教师对本单元专题的教学试验进行反思,肯定成功的做法并推广应用;对存在的问题认真分析其原因,并提出改进措施和解决办法;依据反思结果,及时调整和修改后续学习单元的教学方案和教学策略,以期在下次教学试验中能收到较好的教学效果。

### 三、专题教学试验结果

为了解学生对本专题内容的掌握情况和学习效果及学习者对该单元教学试验的评价,研究者进行了测试和网上调查。测试题目分检测基本概念和基本分析方法掌握情况的客观性题目和考查学生综合应用设计性题目。网上调查从专题选择、网上学习资源设计、教学模式、教学设计方案与策略、教学过程、仿真平台应用、网上学习适应性、自主学习、协作学习、学习态度、学习状态、教学效果、作业设计、基于网络的学习习惯、能力培养、存在问题和要求建议等方面共设计了20个调查题目的电子问卷。

对学院计算机科学系2003级两个本科试验班的93名学生进行了测试,其结果为:93名学生只有4人不及格,占4.3%;60—69分的16人,占17.2%;70—79分的32人,占34.4%;80—89分的30人,占32.3%;90分以上的11人,占11.8%,平均分为78.2。网上投票的主要结果为:97.2%的学生认为该专题基于网络环境的教学试验是成功或基本成功的;94.1%的学生认为通过学习基本掌握了放大电路的基本概念、工作原理、理论分析方法和仿真分析方法及其实验方法;91.2%的学生对网站所提供的学习资源和教学设计方案与策略表示满意或基本满意;92.6%的学生认为体验了网络环境下基于问题的学习方式,初步培养了网络环境下的学习习惯,锻炼提高了自主学习与合作学习的能力;84.1%的学生表示在网络环境

下学习有利于提高学习质量和学习效率, 97.8% 的学生认为电子电路仿真平台对在网络环境下学习《电路与电子学》的帮助作用比较大; 93.1% 的学生表示仿真实验可部分替代或补充实际操作实验; 96.2% 的学生认为课程中配有语音讲解的动画教学设计得好或比较好, 有助于学习者对电子电路的基本概念和工作原理与功能的深刻理解, 对学习者的帮助作用很大; 92.5% 的学生对网站中的远程可视语音答疑讨论感兴趣并乐于使用; 94.7% 的学生对网上答疑满意或比较满意; 83.9% 的学生表示乐意利用教学论坛开展协作讨论与交流学习; 82.5% 的学生对作业量和学习活动安排表示满意或比较满意, 但只有 68.2% 的学生愿意无纸化作业; 21.6% 的学生认为需要进一步加强网络环境下的教学监控与管理; 17.3% 的学生还希望加强师生之间的教学互动; 22.5% 的学生建议进一步改善网络环境, 从而为开展基于网络的教学提供优质的服务。

#### 四、结论

据学习测试和网上问卷调查评价结果, 从整体来看, 学生对基于网络环境的《基本放大电路》专题单元的学习资源、学习模式、专题教学设计、教学策略及试验过程是肯定与认同的, 教学试验是比较成功的。通过试验, 师生更新了教学观念, 体验了网络环境下基于问题的学习方式, 初步培养了学生基于网络环境的学习习惯、思维方式以及学习的自觉性与能动性, 训练和提高了学生的自主学习与协作学习和无纸化作业的能力及其信息素养。基于网络学习放大电路时, 学习者可随时利用电子电路仿真平台实时设置和测试放大电路中各元件的参数和电流电压功率的数值, 并能形象直观地观测各元件的电压波形, 放大电路的

输入输出波形及其相互关系, 可方便地研究放大电路的工作原理及其性能指标, 而这在传统的课程教学中是不易做到的。仿真实验可部分替代或补充实际操作实验, 既节省人力、物力和时间, 又能收到等效的实验学习效果。由于网络资源具有可重复利用性, 所以学习者可随时根据自己的时间来选择利用《电路与电子学》学习网络网站中的教学资源 and 工具对课堂所学内容和知识点进行查缺补漏, 直至融会贯通。教学实践证明: 基于网络环境的学习可大大提高学习效率并有利于提高教学质量。

网络环境下的教学是一种全新方式, 它对师生各方面都提出了较高的要求, 要彻底从传统的教学模式中转变过来, 不仅需要大量而细致的教学资源开发建设、网络学习环境设计、教学设计和教学试验等工作, 而且师生都需要有一个逐步过渡和适应的过程。

#### 〔参考文献〕

- [1] 高瑞利, 孔维宏. 网络环境下基于问题的学习 [J]. 中国电化教育, 2004 (8).
- [2] 谢幼如, 尹睿. 专题学习网站的教学设计 [J]. 电化教育研究, 2003 (1).
- [3] 谢幼如. 网络环境的专题教学设计 [J]. 电化教育研究, 2004 (5).
- [4] 广东省高校现代教育技术“151”工程建设规范 [S]. 2003.
- [5] 何克抗, 郑永柏, 谢幼如. 教学系统设计 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2002.
- [6] 宋虎平. 行动研究 [M]. 北京: 教育科学出版社, 2003.

## On Special Topic Teaching Designing and Experiment Based on Question Learning in Conditions of Network Environment

CuiHuajin

- (1) Guangdong Polytechnic Teachers College, Guangzhou Guangdong 510665
- (2) Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shanxi 710072, China

Abstract: Learning based on questions is a kind of high-level study centered on questions and learners. The questions are complicated, messy and closed to realities. The successful experiment of using question learning in the teaching unit of "Basic Enlargement of Electrocircuit" in Electrocircuit and Electronics Proves that learning based on questions in conditions of network can improve learning efficiency and teaching quality.

Key words: network environment; learning based on questions; teaching design; teaching model

## 通用一体化仿真平台软件的设计与实现

崔怀林<sup>1,2</sup>, 萧化昆<sup>2</sup>, 杨云川<sup>1</sup>, 谢赞福<sup>2</sup>, 李志舜<sup>1</sup><sup>1</sup>西北工业大学航海工程学院电子与通信工程系, 陕西西安 710072; <sup>2</sup>广东技术师范学院计算机科学系, 广东广州 510665)

**摘要:** 主要介绍了一个通用一体化仿真平台的概念模型和设计实现技术方法。所开发的仿真平台既能对不同的工程和社会应用问题实现建模、仿真、分析和可视化, 又能对一般工控过程系统进行实时仿真和监控, 并且能支持其它仿真系统或与之进行数据交换和资源共享。该仿真软件平台已成功地在一些实际工控系统的过程仿真与优化控制、辅助决策分析和教学仿真实验等方面得到应用, 获得了较好的经济和社会效益。

**关键词:** 仿真平台; 仿真软件; 一体化仿真; 计算机仿真; 仿真系统

**文章编号:** 1004-731X (2004) 03-0436-05 **中图分类号:** TP311; TP391.9 **文件标识码:** A

## Design and Implementation of Universal Integrative Simulation Platform Software

CUI Huai-lin<sup>1,2</sup>, XIAO Hua-kun<sup>2</sup>, YANG Yun-chuan<sup>1</sup>, XIE Zan-fu<sup>2</sup>, LI Zhi-shun<sup>1</sup><sup>1</sup> Marine Engineering College, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi 710072, China;<sup>2</sup> Department of Computer Science, Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou, Guangdong 510665, China)

**Abstract:** This paper aims to make a brief study of the concept model and design realization method of a universal integrative simulation platform. As we all know, it is not only the modeling, simulation, analysis, visualizing of various engineering and practical projects can be operated by means of the developed simulation platform, but a common industrial processing control system can also be real-time simulated and monitored at the simulation platform, which can support friendly other simulation systems or exchange data and share sources with other simulation systems. The software platform has been successfully applied into some practical industrial processing simulation control systems, decision support analysis system and university's experiment simulation teaching system to make good profit both economically and socially.

**Key word:** simulation platform; simulation software; integrative simulation; computer simulation; simulation system

## 引言

计算机仿真技术已广泛的应用于国防、工业、交通、建筑、教育和社会软科学等各个领域并发挥了重要的作用。近年来, 一体化仿真又成为仿真技术的一个热点。就所能见到的常用仿真软件系统而言, 其大多数都是某一应用方面的专用仿真软件, 虽说有些软件能实现集建模、仿真和分析处理一体化, 但一般较难实现对不同的工程和社会的应用问题实现建模、仿真、分析和可视化等功能, 不能较好地满足和协调仿真研究全过程的需要, 并且很少能提供仿真系统与工控系统的数据采集与通信接口以实现对工控系统的实时仿真和监控的功能, 不能很好的支持其它仿真系统或与之进行数据交换和资源共享。针对这些问题, 我们在系统研究了一体化仿真的理论和方法的基础上设计开发了一个通用一体化仿真平台软件, 并成功地应用于: 某市制药厂洁霉素发酵仿真优化控制; 某企业立德粉煅烧窑炉头温度、引风温度、

煅烧温度、转速、出料质量等参数的仿真分析和最优控制方案的确定; 某市供水系统各水源厂和加压站的压力分布仿真与调度研究; 高校教学课件制作和教学仿真实验, 获得了较好的经济和社会效益。下面对其主要设计和实现技术方法做一介绍。

## 1 通用一体化仿真的概念模型

通用一体化仿真是一个资源、仿真、分析、可视化、通信与交互等功能的集成化运行环境, 它具有以下特点: (1) 以数据库为核心, 对包括工程、模型、算法、数据和多媒体对象等各种仿真资源进行统一资源管理; (2) 能支持多种仿真模型计算和多种应用问题求解, 包括对动态和静态的、连续和离散的、结构化和随机的模型的仿真计算, 使得各种工程和社会的应用问题都能在其上实现建模、运行、分析和可视化的功能; (3) 支持远程数据采集与通信, 可利用现场工程数据进行实时仿真计算, 并将仿真分析结果和参数返送到现场工控系统以实现对其监控和最优控制; (4) 支持直接运行其它仿真系统或与之进行数据交换, 使仿真系统的功能进一步得到扩展和增强。为实现这些功能和特点, 我们在研究和实现方法上将一体化仿真的概念和原理概括成五个基本

收稿日期: 2003-03-19 修回日期: 2003-07-15

基金项目: 广东省教育厅自然科学研究项目(No.9929)

作者简介: 崔怀林(1963-), 男, 陕西岐山人, 副教授, 教研室主任, 博士生, 研究方向为信号与信息处理、系统仿真; 萧化昆(1949-), 男, 湖南人, 高级工程师, 所长, 学士, 研究方向为软件工程, 系统仿真。

框架模型, 即: 信息结构模型、程序结构模型、网络与通信模型、系统互动模型、运行环境模型, 并依据以上概念和模型构建开发了通用一体化仿真平台软件的原型系统。

### 1.1 信息结构模型

通用一体化仿真平台软件系统的全部运行资源存储在数据库中或通过与数据库链接的外部资源库中, 其数据库系统有两个接口: 一个是运行接口, 系统仿真人员通过此接口进行仿真资源配置, 构成实验框架和运行仿真工程; 另一个是数据维护接口, 数据库管理员或仿真人员通过此接口管理仿真资源, 执行对工程、模型、算法、数据等工程资源和对象的定义、修改和删除等操作。图 1 给出以数据库为中心的信息结构模型, 数据库既是仿真过程的信息载体, 又是仿真功能模块间数据交换的桥梁纽带, 在仿真运行中, 除个别全局变量外, 模块之间的数据和控制信息传递、交换以及互操作都通过数据库进行。这样既有利于减少功能模块之间的耦合, 又便于部件的编程实现。仿真平台系统对数据库的操作通过 ADO 数据库对象和 SQL 语句命令来实现。

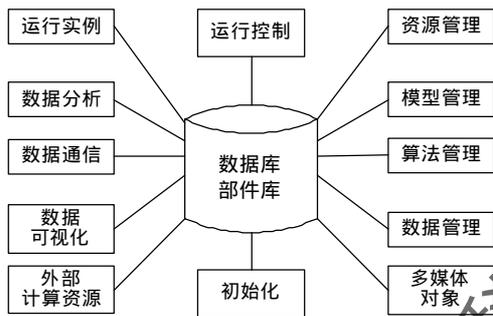


图1 数据库为中心的信息结构模型

### 1.2 程序结构模型

通用一体化仿真平台软件系统的程序结构模型如图 2 所示。初始区的功能是: 设置界面, 设置参数和变量, 定义数组, 设置仿真时间和步长, 安排输出, 配置仿真资源和生成实验框架。动态区的功能是: 构建模型和模型优化、在运行中解释模型、调用算法、按实验框架执行或终止计算、保存运行参数和计算结果数据等。该区域由内部过程和函数、外部函数、控件和外部可执行程序组成, 仿真平台系统的大部分算法和用户自定义功能是通过调用动态链接库的方式来实现。结果区的功能是: 呈现输出数据、执行数据分析和仿真过程及结果的可视化、管理数据通讯等。该区域也是由内部过程和函数、外部函数、控件和外部可执行程序等功能部件组成。界面区由界面元素组成, 界面元素是可视化部件, 界面元素定义了事件引擎, 采用事件驱动和多线程控制机制, 这为软件部件重用和功能集成提供了便利。部件库包括算法库、函数库、控件库、模型库等功能部件。支援库是其它系统的可被通用一体化仿真平台软件系统引用的计算资源, 如各种仿真语言的工具箱软件等。仿真平台软件系统定

义了各部件间的接口和调用机制, 通过 DDE 方式引用支援库的部件资源。

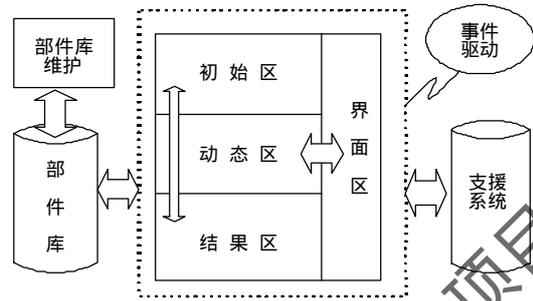


图2 程序结构模型

### 1.3 网络通信模型

为实现实时仿真与监控一体化, 通用一体化仿真平台定义了数据接口与通信机制, 仿真平台通过接口既可直接与过程检测或过程控制系统连接, 又可以在局域网中或经过电话线路与工控系统实现远程连接。仿真系统和测控系统通过工程数据库实现数据的交换和通信, 所以工程数据库是仿真测控一体化系统的信息中心, 仿真系统是一体化系统的功能中心。仿真系统根据工控现场需要定义相互之间数据交换的界面控制元素, 测控系统通过此界面向仿真系统发送工控现场检测数据, 仿真系统运行这些数据, 并将仿真计算结果和优化参数回送给测控系统, 以实现对工控系统的监控、仿真和最优控制。

### 1.4 系统互动模型

系统互动, 即通用一体化仿真平台软件系统与外部数据系统的信息和功能的集成。基本模式是, 仿真平台与外部系统按客户机/服务器形式进行数据会话, 在会话中, 仿真平台系统作为客户端控制整个会话过程, 象 Matlab, Spss, Excel 等外部系统作为服务器可向仿真平台系统提供信息服务, 二者之间使用 DDE 技术进行数据交换, 实现通用一体化仿真平台软件系统与外部系统 (不同软件, 不同环境, 不同操作平台) 的数据间交互应用。通用一体化仿真平台软件系统亦可以通过系统间信息交换的标准接口数据文件实现数据的共享和交换。这一模式扩展了通用一体化仿真平台软件系统的功能。

### 1.5 运行环境模型

通用一体化仿真平台软件系统的运行环境模型是一个资源、功能和时空点 (测控数据的时间和空间位置) 的三维框架, 通过对资源、功能和时空点等参数配置构成一个实验框架可分别实现一维 (线) 集成模式、二维 (面) 集成模式和三维 (体) 集成模式。通用一体化仿真平台软件系统的仿真运行在实验框架下进行。例如, 仿真人员在仿真平台系统的配置界面上选择工程、模型、算法、变量、参数等资源, 并选择一种或多种功能就构成了面集成的实验框架, 而选择

工程、模型、变量、参数等资源，再选择数据通信时段和数据通道以及功能就构成体集成的实验框架，网络可视化或网络化仿真工程是一个体集成的实例，而资源一体化管理是线集成的实例。

## 2 仿真平台软件设计方法与技术处理

本文研究开发的通用一体化仿真平台原型系统以数学建模为核心内容，研究、解决系统建模、仿真运行、分析、可视化、通信、资源共享及其实现等一系列方法和技术。图3、图4分别为通用一体化仿真平台原型系统的总体功能结构和所采用的主要方法和技术。仿真平台系统数据库采用 Microsoft SQL(7.0),各功能模块分别用 VB、VC++和 Java 面向对象语言编程实现，系统控制结构是多线程的事件驱动模式。下面对其主要功能的实现方法与技术处理做一介绍。

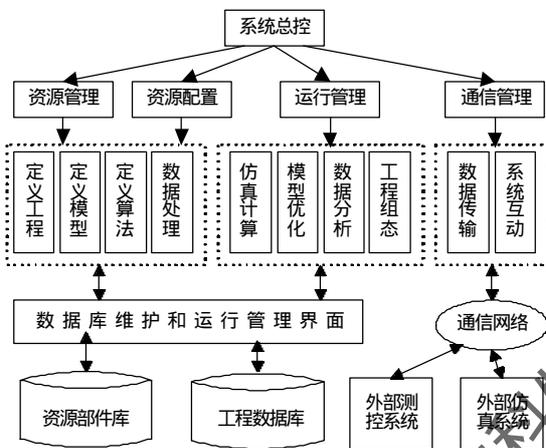


图3 系统总体功能结构图

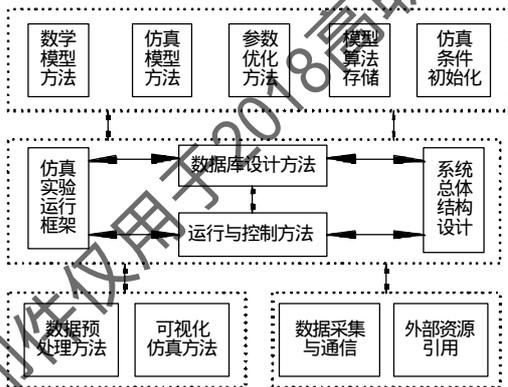


图4 一体化仿真的方法与技术

### (1) 系统建模

通用一体化仿真平台为系统建模提供了包括建模数据源、建模途径，建模过程和模型确认标准等一套较完整可实现的方案、方法和工具，支持机理模型和统计模型两种建模方法。对于机理模型，系统的可视化仿真环境，有助于仿真人员对模型参数进行优选。仿真人员可使用正交或均匀设计方法对模型参数进行系统化自动寻优，仿真系统采用统计相

关法对寻优结果进行判别，仿真人员还可自行定义其它判别方法。对于统计模型，仿真系统采用回归模型、黑箱理论和神经网络方法，并提供包括线性回归分析、非线性回归分析、逐步回归分析，加权回归分析，多项式回归分析等各种回归分析算法供选用。系统建模所需的学习和训练样本数据可以通过系统资源定义界面录入，或直接从生产或实验现场数据库中导入，这样可使系统建立的统计数学模型实现动态更新并具有一定的自学习或自适应的能力。

### (2) 参数最优化

通用一体化仿真平台软件系统支持静态和动态最优化参数两个途径，静态最优化是通过正交表或均匀设计表编排参数方案，在一定的判别准则下确定最优参数。动态最优化采用直接寻优技术，即利用模型确定的目标函数在一局部区域初始状态的性质和已知数值来确定下一步计算的点，这样一步步接近最优点。仿真平台提供了包括单变量寻优、黄金分割法、二次插值、多变量寻优、最速下降法、共轭梯度法、单纯形法、随机寻优法等寻优算法供选用。

### (3) 仿真模型

仿真模型自动化是通用一体化仿真系统的一个关键性部件技术，其作用就是将数学模型转化成能在计算机上运行的仿真模型，从而可实现由仿真人员在仿真平台系统上自行定义、维护和管理仿真工程资源（建模等）之目的。通用一体化仿真平台软件系统用 MathSimModel\_Chang 部件来实现这个功能。该部件可处理微分方程式、代数方程式或矩阵等形式的数学表达式，返回计算结果生成仿真模型。数学表达式作为字符串类型数据存储在数据库中，当数学模型的形式是联立方程时，MathSimModel\_Chang 自动将其分解，逐个识别和计算。该部件能识别和利用 VB 及 VC++支持的所有算术运算、逻辑运算和函数。仿真人员所需要的特殊函数可自行定义，自定义函数保存在外部函数库中，以 DLL 方式被通用一体化仿真平台系统所调用。

### (4) 数据库设计

通用一体化仿真平台系统设计了仿真工程数据库和仿真管理数据库。工程数据库包含的数据库表有：工程所有者表、工程表、工程对象表、工程对象属性表、多媒体部件表、模块维护表、仿真条件表、模型表、算法表、变量表、参数表、变量控制表、参数控制表、变量检测表、参数检测表、仿真输出表、实测数据表；仿真管理库包含的数据库表有：注册表、算法资源表、多媒体资源表、对象表。数据库既是仿真过程的信息载体，又是仿真功能模块间数据交换的纽带，仿真资源通过数据库进行统一管理，各种仿真资源在数据库的存储分为直接存储或间接存储两种方法。作为数据库对象直接存储的有：工程和模型的定义数据、工程和模型描述数据、模型变量和模型参数定义数据、矩阵和数组定义数据、运行控制定义数据、环境和条件参数、以及计算输出数据、现场检测数据和控制参数等。以间接方式存储的有：自定义算法、工艺图、音频或视频信息、通信数据、以及其它

数据如正交试验或均匀设计表等。间接存储即建立链接,其资源名存储在数据库表中,以便调用,而资源实体以其它形式存储在数据库以外。

#### (5) 算法管理

仿真计算过程由仿真算法进行控制和管理。通用一体化仿真平台系统设置了各种标准仿真算法和多个插值、拟合和预测等数据预处理部件算法,分别适用于动态、静态、结构化和随机等各种模型的计算问题,包括龙格—库塔法、欧拉折线法、欧拉二次逼近法、各种运筹学的算法、非线性方程组的算法和各种最优化算法等。算法库以 DLL 格式进行管理,用户在构造仿真时只生成一组组调用对应算法的变量参数模块,系统在每个计算帧内,将所有模块参数传递并调用对应算法,其结果通过指针更新共用的变量数据区,各模块之间通过变量发生联系。每一个仿真工程可以选择多个支持算法,并指定一个默认算法,仿真运行时,默认算法也可以被算法选择控件加以改变。支持算法和默认算法保存在算法表中,算法表只存储算法的名称,算法过程另存在标准算法库和扩展算法库中。标准算法库包含各种标准算法,并作为函数过程已集成在通用一体化仿真平台软件系统中。扩展算法库是仿真人员自行定义的算法,扩展算法保存在动态链接库中。

#### (6) 数据通信和实时仿真

实时仿真涉及大量现场数据,需要和工控系统进行通信,为此,通用一体化仿真平台设计了数据采集和通信的功能模块。用户操作仿真平台的控制界面,启动远程工控现场的数据采集及监控系统,当远程工控系统工况改变超过预先设定的阈值时,也可在当地自动触发并启动仿真系统进行仿真计算。在此过程中,工控系统作为前台的生产设备,仿真平台充当工控系统的后台信息服务器,它们共同组成一个仿真与工控一体化系统。仿真平台的各功能部件之间使用微软的 DCOM 和 MSMQ 技术传送同步和异步消息,实现本地仿真与远程工控的分布式计算,从而构成了一个在线和实时仿真的通信环境。支持这个通信环境的计算机网络可以是企业内部网的工控网、Intranet,基于 Internet 的 VPN 网、或其它宽带信息专用网络。

在线实时仿真的性能主要取决于以下四个基本条件:计算机、网络通信与接口设备的性能;仿真软件运行的操作系统平台的特性;仿真对象或生产系统的动态特性;以及仿真实时算法的改进。通用一体化仿真平台的组成原理使其支持这四者的结合。它针对仿真对象的动态特性和仿真进程设置了实时数据预处理模块和仿真运行调度控制模块,并着力改进实时算法、仿真步长的动态调整技术方法和创建引入新算法的机制,使各种算法部件在仿真过程中被灵活配置和被动调用。由于 Windows 抢占式多任务的特性,从而决定了它自身不是一个实时操作系统,其任务定时是非确定的,但采用 RTX(Real-Time eXtension)可以将 Windows 转变为一个硬实时操作系统,这样就可为仿真系统提供一个确定性良

好、更加完善的中断线程管理和更利于多任务时钟同步的环境,从而使该仿真平台将能更好的对一般工控系统实现本地或远程实时仿真。

通用一体化仿真平台的远程数据采集和通信模型实现了测控信息、仿真信息与管理信息在更大范围内的信息集成。

#### (7) 外部计算资源的引用

外部资源是指可以与通用一体化仿真平台交互的仿真或数据分析系统。如 MatLab、Excel。通用一体化仿真平台软件系统与外部资源系统组成客户机/服务器模式,相互间通过 DDE 进行数据会话。如下面的代码可实现在通用一体化仿真平台上直接运行 MatLab 的面向结构图的仿真工具箱软件 Simulink,仿真平台软件系统作为客户端控制整个会话过程,这样就扩充了通用一体化仿真平台面向结构图的仿真功能。

```
szcommand = "simulink"  
Object.LinkMode = vbLinkNone  
Object.LinkTimeout = 1000  
Object.LinkTopic = "MATLABEngine"  
Object.LinkItem = "EngEvalString"  
Object.LinkMode = vbLinkManual  
Object.LinkExecute szcommand
```

通用一体化仿真平台也提供了数据库与文本数据格式的转化机制和相应转化部件,因而,它亦可通过建立接口文件与大多数的外部系统实现数据交换与互操作。

#### (8) 可视化仿真

仿真平台的可视化仿真是通过数据库驱动多媒体部件来实现的,数据库驱动的可视化技术使得可视化工程更易于控制,便于场景重现和保存。具体实现方法是根据仿真工程的需要,建立若干多媒体部件工具箱,仿真人员使用工具箱的多媒体部件组装工艺流程图,多媒体部件被赋予一定的数据属性,与相关数据库建立链接,操作数据库即可操作多媒体部件,从而使工程数据与仿真结果以表格、曲线、图片、图形、声音、视频等方式动态地显示在计算机屏幕上,便于用户监视、分析和控制。仿真平台还可以与远程的工控计算机系统建立连接,实现网络可视化实时仿真。

#### (9) 仿真运行控制

通用一体化仿真平台通过资源配置和功能选择界面,生成仿真工程的一个实验运行框架,此实验运行框架是一组运行控制参数,包括仿真工程名、模型名、算法名、变量和参数名、仿真区间、步长、速率、检测对象和控制对象以及功能选项等,当运行远程仿真服务时,还需选取数据时段和测控点等参数。仿真平台软件系统通过仿真条件表、参数表和变量表等三个数据库表来管理仿真条件参数,针对仿真对象的不同特性和仿真进程的演变过程,仿真人员可随时调整仿真条件参数从而使仿真系统和仿真人员在仿真过程中分析比较不同的仿真区间、步长、计算速率、参数等初始条件对仿真结果的影响,亦便于仿真人员做迭代仿真实验、参数

优化和模型匹配等研究。这些运行控制参数在仿真工程的整个生命周期中起作用并支配工程的正常运行。运行控制参数除个别参数作为全局变量在内存中保存外,其它参数保存在有关数据库表的默认字段中,这样可减少各功能模块间的耦合。

(10) 仿真试验报告生成

仿真平台提供了两种生成仿真试验报告的方法,一种是用户直接书写编辑,另一种是使用向导,用户可以从仿真样板库中选出自己所需的试验报告模板,在向导的帮助下交互地生成仿真试验报告。

### 3 结论

本文研究开发的一体化通用仿真平台软件以数据库为核心,对各种仿真资源进行统一资源管理,支持多种仿真模型计算和多种应用问题求解,使得各种工程、非工程和社会软科学等应用问题都能在其上实现建模、运行、分析和可视化的功能;而且该平台既支持远程数据采集与通信,可实现对工控过程系统的实时监控、仿真和最优控制;又能支持直接运行其它仿真系统或与之进行数据交换和互操作,从而使

(上接第 426 页)

从图(a)可以看出,神经元 P-I-PD 控制可以使隧道式炉很好地跟踪给定,并且做到无超调。从图(b)可以看出,加阶跃扰动值 2 后,输出的最大峰值为 5.25,而且很快恢复到给定值状态,说明系统的抗干扰能力较好。图(c)和图(d)则是分别增大对象滞后时间和对象开环增益的仿真结果,从该曲线可以看出系统的鲁棒性较好,或者说实现了自适应控制。

### 4 结论

通过大量的仿真研究可知,神经元 P-I-PD 控制器不但具有微分先行 PID 控制和二自由度 PID 控制扰动抑制和给

(上接第 435 页)

杂系统,本文从系统科学的角度分析,表明生态工业系统是一个典型的、具体的、开放的复杂巨系统。用开放的复杂巨系统的理论分析清楚这个系统,对于更具体地分析、研究和应用生态工业系统,具有重要的意义。反过来,生态工业系统的研究对于促进人们对开放的复杂巨系统及其方法论的认识,推进开放的复杂巨系统研究具有促进和示范作用。本文利用开放的复杂巨系统的研究方法——综合集成研讨厅体系的思想,把智能控制技术、响应曲面方法和实验设计综合在非线性的多目标决策支持系统的框架中,开拓了一条新的设计生态工业系统的道路(本文对该方法作了一个综述性的说明,具体内容将另文叙述)。

#### 参考文献:

[1] Richards D J, Allenby B R. The Greening of Industrial Ecosystems [M]. Washington, D.C.: National Academic Press, 1-19, 1997.

仿真平台具有良好的实时性、兼容性和可扩展性。经实验估算该仿真软件的实时仿真最大步长小于 20ms 量级,可满足对一般工控过程的远程实时仿真要求。该仿真软件已成功地在一些实际工控系统的过程仿真与优化控制、辅助决策分析和教学仿真实验中得到应用,获得了较好的经济和社会效益。现稍作完善和扩充即可商品化。

#### 参考文献:

[1] 吴旭光,王新民. 计算机仿真技术与应用[M]. 西安:西北工业大学出版社,1998.  
[2] 刘藻珍,魏华梁. 系统仿真 [M].北京:北京理工大学出版社,1998.  
[3] 熊光楞. 控制系统数字仿真 [M].北京:清华大学出版社,1984.  
[4] 角仕云,刘丽娅. 实用科学与工程计算方法 [M].北京:科学出版社,2000.  
[5] 袁忠良. 运筹学应用程序集 [M].北京:清华大学出版社,1989.  
[6] 张晓明,王扬. 一体化仿真支撑软件 PROSIMS [J].计算机仿真,2000,17(1): 64-67.  
[7] John A O'Keefe IV. Venturcom RTX™ Enabling Microsoft® Windows® and Windows XP Embedded for Hard Real-Time [R]. RTX White Paper, Venturcom Inc.2002.

定跟踪的性能同时达到最佳的优点,而且还具有神经元自适应控制的优点,避免进行复杂的参数整定。若借助于 PSD 控制的思想,将 PSD 算法用于自适应调整神经元的比例系数 K,则系统对对象开环增益的变化具有更强的鲁棒性。

#### 参考文献:

[1] 王永骥,涂健. 神经网络控制[M].北京:机械工业出版社,1998.  
[2] 舒迪前,李春涛等. 单神经元自适应 PSD 控制器及在电加热炉上的应用[J]. 电气传动,1995,1: 29-32, 54.  
[3] 陶永华,尹怡欣. 新型 PID 控制及其应用[M].北京:机械工业出版社,1998.  
[4] 林瑞全,邱公伟. 增益自调整的神经元二自由度 PID 控制的 SIMULINK 仿真模型[J]. 计算机仿真,2002,1: 20-22, 13.

[2] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学的新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志,1990,13(1): 3-10.  
[3] 钱学森. 系统科学、思维科学和人体科学[J]. 自然杂志,1981,1: 3-9.  
[4] Peck SW. Industrial Ecology: From theory to practice.[EB/OL], <http://newcity.ca/Pagesindustrial-ecology.html>.  
[5] Graedel T E, Allenby B R. Industrial Ecology [M]. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.  
[6] Jelinski L W, Graedel T E, Laudise R A, McCall D W, Patel C K N. Industrial Ecology: Concepts and Approaches [C], National Academy of Sciences Colloquium on Industrial Ecology, Washington, D.C., 793-797, 1992.  
[7] 戴汝为,王珏,田捷. 智能系统的综合集成[M]. 浙江:浙江科学技术出版社,1995.  
[8] Kamal S Z. The Development of Heuristic Decision Support Problems for Adaptive Design [D]. Ph.D. Dissertation, Department of Mechanical Engineering, University of Houston, Houston, Texas, 1990.

(1) 陈荣军、曹慧茹、原伟、张鉴新、何伟宏. 微机原理与接口技术, 武汉大学出版社, 2014. 4.

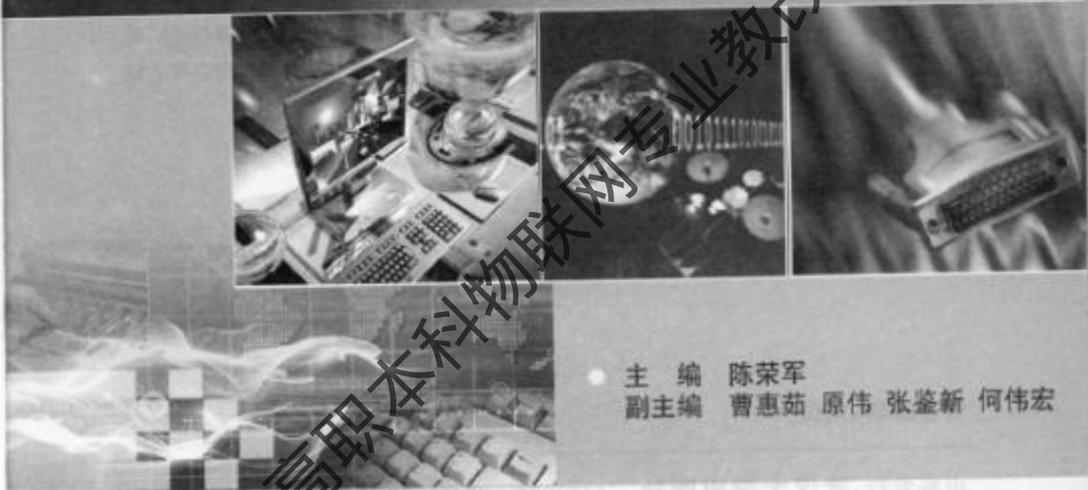




21世纪普通高等教育精品教材

计算机系列

# 微机原理与接口技术



主 编 陈荣军  
副主编 曹惠茹 原伟 张鉴新 何伟宏



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/陈荣军主编. —武汉:武汉大学出版社,  
2014.4

21世纪普通高等教育精品教材

ISBN 978-7-307-12796-8

I. 微… II. 陈… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材  
②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 017904 号

责任编辑:刘俊杰

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:北京泽宇印刷有限公司

开本:187×1092 1/16 印张:16.5 字数:343千字

版次:2014年4月第1版 2014年4月第1次印刷

ISBN 978-7-307-12796-8

定价:35.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

21世纪普通高等教育精品教材

计算机系列

操作系统

电子商务

管理信息系统

计算机专业英语

办公自动化概论

FLASH动画制作

JAVA语言程序设计

C语言程序设计教程

计算机网络技术及应用

网页设计与制作实例教程

二级Visual Foxpro数据库程序

· 微机原理与接口技术

数据结构

计算机导论

C++程序设计

计算机组成原理

Internet实用

3ds Max 9.0教程

Visual Basic 6.0程序设计

Windows XP安装与维护教程

Windows XP系统技术及应用教程

Photoshop图形图像处理技术

中文版Core DRAW X5平面设计实训教材



教学资源网  
www.jiaoxue.com.cn  
责任编辑/刘俊杰

