

CourseGrading

计算机专业课程一体化支撑平台

北京航空航天大学

最具专业深度、安全可靠的计算机类课程一体化支撑平台



www.educg.net

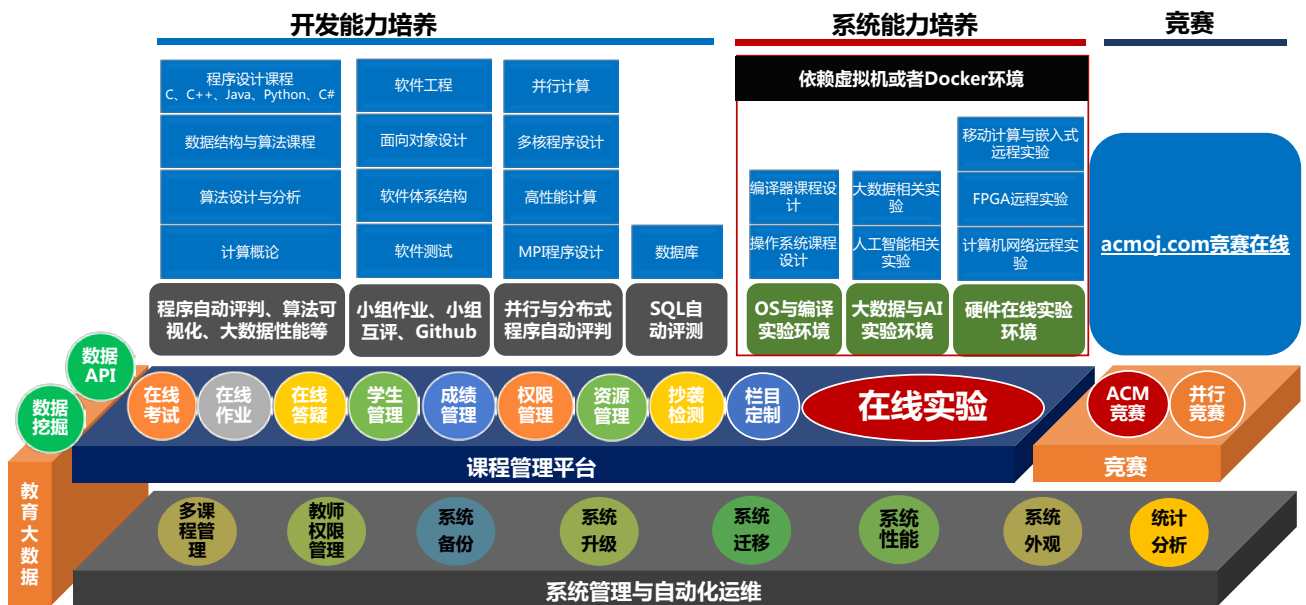


图 1 系统功能

“系统能力”培养 + “软件能力”培养,覆盖计算机专业主要实验内容的软硬件综合在线教学与实验体系。

程序自动评测、算法可视化、编程竞赛、软件工程教学、操作系统实验、并行程序自动评判、大数据、硬件在线实验,助力专业教学自动化。

- 唯一支持“算法与数据结构”**
支持算法时间复杂度分析,算法可视化
- 唯一支持在线虚拟实验环境**
支持随时随地实验及实训、学习过程监控与分析
- 唯一支持并程序评测**
正确性 + 可扩展性 + 性能全面量化
- 唯一具备完善的课程管理**
支持所有的课程、极佳的用户体验、完备的功能
- 唯一全面支持在线考试**
支持大并发、高可靠、安全、全面的监考机制
- 唯一支持自动在线运维**
保持系统长期、可靠运行
- 最具技术深度的平台**
每一门课程的支持技术都处于国内顶尖水平!
- 唯一的一体化支撑平台**
良好体验和稳定性的前提下,有机融合各个专业功能

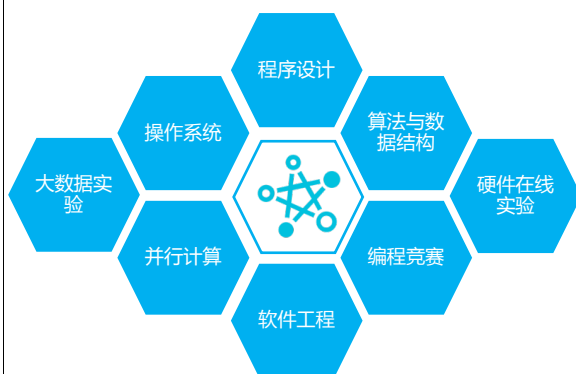
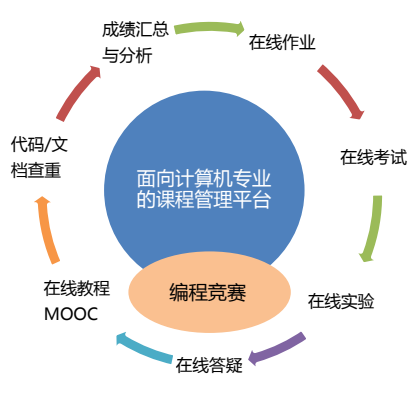
1 一站式全过程教学支持

CourseGrading 是融合课程管理、代码自动评判、代码与文档查重、在线实验为一体的教学平台，支持教学全过程的辅助、管理和监控，构建了一个自主活泼的学习环境，促进学生主动学习和互相交流，激发学习兴趣，提高实践环节教学质量。CG 起源于北航，并经过 10 余年的持续开发与优化，是当今功能最完善、性能最高、最易安装维护的计算机专业课程一体化支撑平台。

课程管理在设计理念、功能设置方面集合了国内高校的教学经验与实际需求，极大减轻教师工作量，全方位支持在线考试。系统具备强大的自动化运维功能，方便系统的日常维护，保障数据的可靠性与安全性。

支持教学的所有环节，在提升实践教学环节质量的同时，极大减轻教师工作量，从而节约更多的时间从事科研。

计算机专业课程（软件+硬件）全覆盖，完整汇集学生在整个培养阶段的学习过程数据、项目实践数据、考试成绩数据，解决教育大数据的体系化和完备性的问题。打通课程体系的衔接，培养学生综合利用所学知识解决复杂工程问题的能力。



2 全方位支持在线考试

2.1 完备的监考措施

试卷分发策略 一场考试任意多套试卷，支持按照“IP 地址”或者“学号”分发试卷。

特殊网络架构下的 IP 地址侦测 NAT(网络地址转换)，机房常用的网络配置，共用 IP 访问 CG 服务器，系统基于 WebRTC 技术监控内网活动，获取内网 IP 地址。**反向代理**，系统自动从 HTTP 协议中识别反向代理，并解析出客户端真实 IP 地址。

考试 IP 绑定 学生一旦进入考试之后，该账号就与当前客户机绑定。

访问控制 可以限定只允许哪些 IP 地址访问考试，防止学生不到现场，在其它场所进入考试，或者在其它场所登录替考。

关闭栏目 试期间可以关闭栏目，禁止下载资料或者在答疑论坛内交流。同时禁止切换到其它课程。

代码 / 文档查重 代码查重可检测出修改注释、重新排版、标识符重命名等共 12 中学生用到的抄袭手段，能够精确定位相似性并聚类显示。文档查重算法能够检测出经过同义词替换、调整语句或者段落顺序、删除部分段落、更换标题等手段深度修改过的中文文档。



2.2 便捷的辅助功能

自动组卷 教师端自动组卷：根据知识点分布、章节、难度、使用频度自动抽题组卷。学生端自动组卷：由教师设定抽题规则(知识点分布、难度分布等)，考试时为每一位学生随机组织一套试卷。

自动评分 填空、选择、判断、三类编程题全部自动判分。简答题利用相似性比较算法辅助判分。

一键归档 一键下载学生答卷、导出考试成绩单。

重新评判 考试后，若发现某道题目答案错误或者修改测试数据，可以批量重新评测。

成绩汇总 可以将历次作业、考试、实验、平时成绩进行加权汇总。

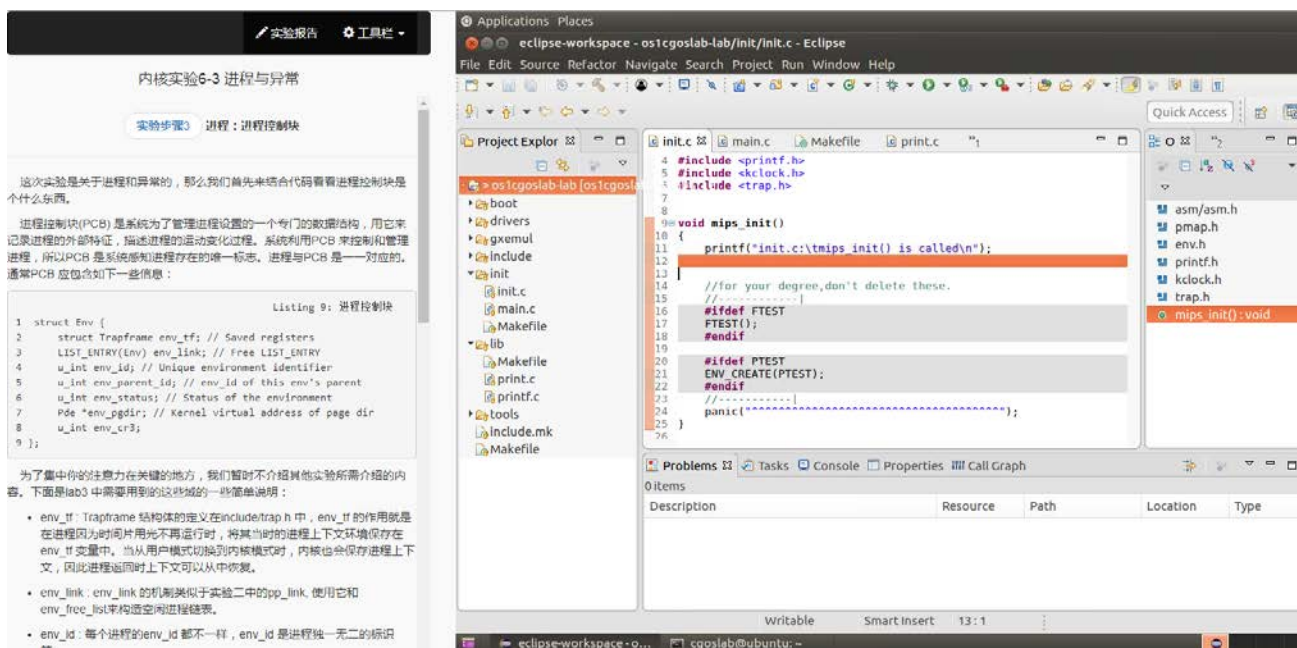
3 虚实结合的在线实验环境

3.1 在线虚拟桌面实验环境

随时随地动手实验 B/S 架构的虚拟桌面实验系统，无需配置环境直接动手练习，打破传统实验的时空限制。

实验全过程的数字化管理 在线实验系统与教学系统深度融合，成为能够全面支持计算机专业课程的一体化平台，完整汇集学生在整个培养阶段的学习过程数据。

快速部署和归档 基于镜像的部署方式，可以快速恢复初始实验环境。实验资源规模可以根据选课学生数量调整，实验后能够长期保存学生实验过程资料。



3.2 CG在线实验环境独特之处

CG 在线实验	其它在线实验
真正打破时空限制 <ol style="list-style-type: none">1. B/S 架构，不需要配置客户端。2. 无论多少用户，只需要一个公网 IP；支持分布式部署，可以无限扩展。	时空局限性 <ol style="list-style-type: none">1. C/S 架构，学生自带电脑配置开发环境面临环境多样性问题，安装、配置、调试存在大量不一致。2. 一个用户一个公网 IP，限定学生只能在小范围内使用。
可挂载任何虚拟平台 <ol style="list-style-type: none">1. 支持任何虚拟化技术：VMware、OpenStack、CloudStack、Docker、阿里云、腾讯云等。既可以挂载私有云，也可以挂载公有云。2. 可以充分利用学校现有的计算中心（云计算中心）物理设备。	绑定某类虚拟化平台 <p>与某类虚拟机平台或者硬件服务器紧密耦合，软件的生命周期受限于硬件折旧，导致重复建设，严重影响教学资源和数据积累的持续性</p>

4 程序设计

4.2 代码自动实时评判

教学常用的编程语言 支持 C、C++、Java、Python、C#等高级程序语言的自动评分。

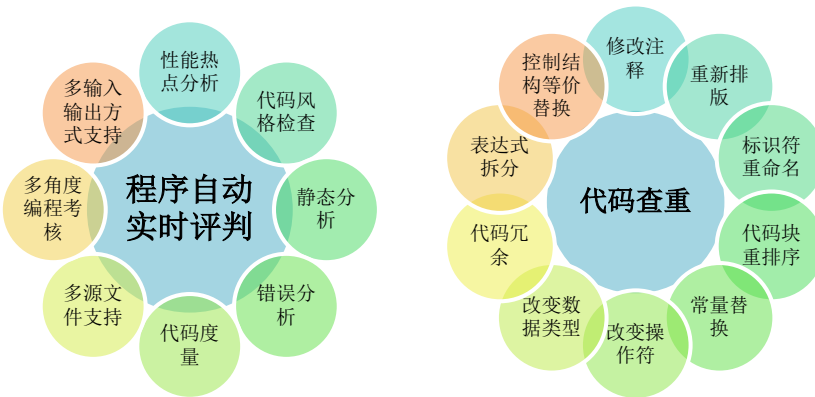
不仅仅告知正确与否 程序自动评判方面不仅仅告知正确与否，更侧重对程序的全面分析，包括性能分析、代码风格检查、静态分析、错误原因分析等，帮助和引导学生写出高质量的程序。

各种输入输出方式 三类输入方式（标准、文件、命令行参数）与两类输出方式（标准、文件）的任意组合。

丰富的编程题型 接口编程、程序片段、完整代码三类编程题型，从多角度考核编程与算法设计能力。

支持输出结果的模糊比对 大小写、空格等不可见字符不影响评测正确性，利用通配符描述输出结果。

真正的实时评判 利用 CPU 多核并行评判提交代码，无须排队评测，实时给出评判结果。



4.2 智能化的代码查重

可检测出修改注释、重新排版、标识符重命名、代码块重排序、代码块内语句重排序、常量替换、改变表达式中的操作符或者操作数顺序、改变数据类型、增加冗余的语句或者变量、表达式拆分、控制结构等价替换，共 12 种学生用到的抄袭手段，是目前最精准的相似性检测算法。

4.3 基于历史数据客观量化题目难度

2983. 北京地铁乘坐线路查询
编辑 删除 打印 平均代码行 正确率 平均完成时间 类型 起止点 难度
复制测试题率 109 0.77 98分钟 编程题 图 4
【问题描述】 基于历史数据统计

编写一个程序实现北京地铁最短乘坐（站）线路查询，输入为起始站名和目的站名，输出为从起始站到目的间存在多条最短路径，找出其中的一条就行。



2016版“数据结构与程序设计基础”期末考试（计算机学院）
1478. 在家温中微独关系店证
单次考试数据统计

统计得分							分类过程		功能操作
最高分	最低分	平均分	标准差	正确率	平均代码行	平均完成时间(分钟)	计算机学院1606	已经手工评阅	重新评判
15.0	0.0	4.52	6.24	31/79	75	59			
学号	姓名	最低提交时间	完成时间(分钟)	分数	修订得分				
		2017-06-28 10:12:29	46	9.0	15.0				
		2017-06-28 10:12:06	66	0.0	3.0				
		2017-06-28 10:13:07	74	0.0	9.0				
		2017-06-28 10:12:27	35	9.0	12.0				

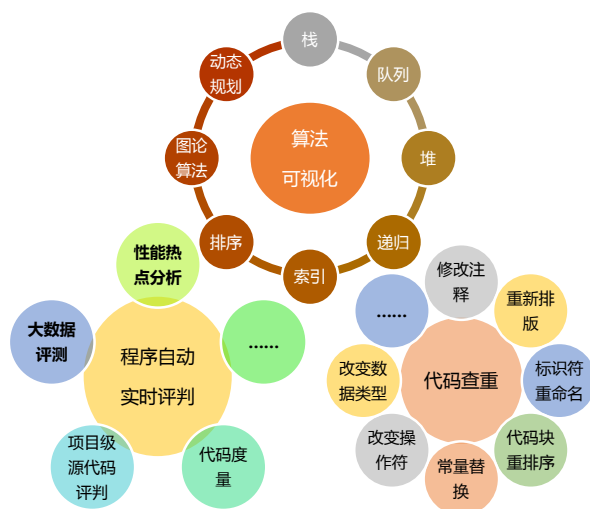
5 数据结构与算法

5.1 全方位支持算法类课程教学

算法可视化 支持栈、队列、堆和递归、索引、排序、图论、动态规划等共 45 种常见数据结构和算法的交互可视化。

代码自动评判 考核基本知识点和解决问题的能力。

大数据性能评判 自动度量程序时间复杂度，并通过实际问题（项目）真正体验数据结构和算法的魅力。



5.2 综合项目案例

项目	数据量
词频统计	哈利波特小说全集，100 万单词
拼写检查	93 万单词
随机文本生成器	110 万单词
小型图书管理系统	图书信息条目 100 万

贯穿教学过程，让学生用算法思维，综合考虑时间复杂度和空间复杂度去寻找最优的方案来解决问题。

性能得分会以排行榜的形式展现，促进学生持续优化算法和数据结构。体验算法魅力，理解理论与实践的相互作用。

综合类作业 (Project) 的设计，帮助学生理解当问题规模 N 变大时，数据结构与算法是如何影响程序性能的。

问题：词频统计

问题描述
编写程序统计一个英文文本文件中每个单词的出现次数（词频统计），并将统计结果按单词出现频率由高至低输出到指定文件中。
注：在此单词为仅由字母组成的字符串序列，包含大写字母的单词应将大写字母转换为小写字母后统计。此外，由于输入文件是英文小说，因此不会出现无意义的单词。
编程要求：1) 采用本课程所涵盖的知识来编程解决问题。

输入形式
打开当前目录下文件 article.txt，从中读取英文单词进行词频统计。
输出形式
程序将单词统计结果按单词出现频率由高至低输出到文件 wordfreq.txt 中，每行输出一个单词及其出现次数，单词和其出现次数间由一个空格分隔，出现次数后无空格，直接为回车。同时将单词出现频率前 100 个单词按同样要求由高至低输出到屏幕。若文件中单词数不到 100，则按实际数目屏幕输出。

样例输入
若文件 article.txt 中内容如下：
I will give you some advice about life.
Eat more roughage;
Do more than others expect you to do and do it pains;
Remember what life tells you,
do not take to heart every thing you hear.
do not spend all that you have.

测试数据
测试数据 1

评判结果
完全正确

平均占用内存: 36.664K 平均CPU时间: 0.092S 平均编译时间: 0.000S

得分: 5.0 最后一次提交时间: 2016-07-06 18:43:04
成为会员, 查看警告信息

array2.c: in function 'main':
array2.c:45:17: warning: array subscript has type 'char' [-Wchar-subscript] array2.c:46:21: warning: array subscript has type 'char' [-Wchar-subscript] array2.c:47:17: warning: array subscript has type 'char' [-Wchar-subscript]

共有测试数据: 1

问题规模（测试数据）大小为近 100 万个单词

许多同学经过多轮优化取得了很好的效果

评判报告

排行榜

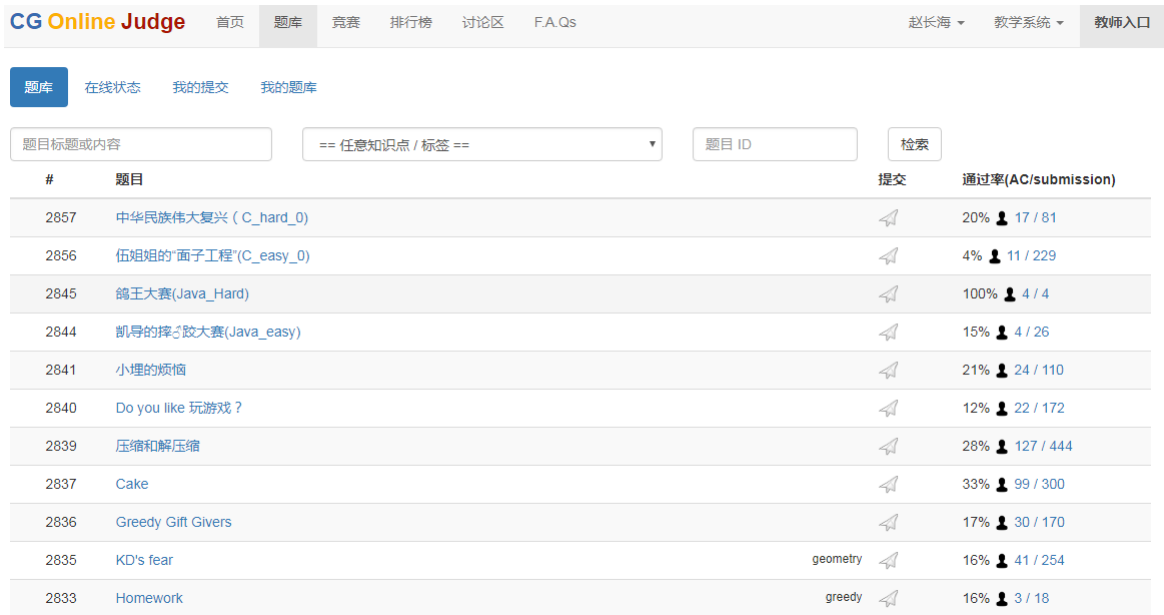
点击表头字段，可根据该字段排序
性能在排行榜上的名次，决定最后得分

学号-姓名	执行时间 (s)	得分	优化次数
0064475-李德强	0.093	5.0	709
0064475-李德强	0.084	5.0	246
0064475-李德强	0.092	5.0	237
0064475-李德强	0.096	4.9163194	96
0064475-李德强	0.097	4.886254	299
0064475-李德强	0.107	4.616511	349
0064475-李德强	0.111	4.522222	105
0064475-李德强	0.112	4.4997025	207
0064475-李德强	0.115	4.4344926	347
0064475-李德强	0.116	4.4135056	17
0064475-李德强	0.117	4.3928776	47
0064475-李德强	0.122	4.294809	303
0064475-李德强	0.123	4.2761517	180
0064475-李德强	0.13	4.1535897	60
0064475-李德强	0.132	4.1209598	6

6 编程竞赛

6.1 独立的竞赛模块

与 CG 教学平台统一账号登录，有助于沉淀更多本校学生的学习数据。竞赛模块的栏目设计借鉴了当前流行的 OJ 系统，特别是国外的 CodeForces，包括题库、排行榜（包括历史排行榜和最近 6 个月刷题排行榜）、竞赛、讨论区等栏目。



6.2 完善的竞赛机制

公开赛和内部赛 支持 ACM-ICPC 竞赛规则，支持注册用户均可以参加的公开赛和以邀请码形式的内部赛。

可靠性保障 优异的性能，普通服务器可以支撑数万人同时在线竞赛。

竞赛代码查重 可检测出修改注释、重新排版、标识符重命名等共 12 种学生用到的抄袭手段，是目前最精准的相似性检测算法。

排名	Who	学校	Solved	Penalty	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	林恩同 (17373436)	北京航空航天大学	12	15:20:57			01:25:52 (0)	00:23:28 (0)	00:23:36 (0)	00:27:04 (1)	00:27:10 (1)	01:35:22 (10)	01:11:13 (1)	00:52:14 (0)	00:58:17 (0)	01:01:03 (0)	01:04:32 (0)	01:11:06 (0)
2	杨开元 (17373060)		12	16:50:35			01:44:25 (1)	00:29:36 (0)	00:29:48 (0)	00:55:03 (1)	00:55:10 (0)	01:44:10 (3)	01:34:09 (0)	01:15:59 (1)	01:18:37 (0)	01:21:17 (0)	01:28:24 (0)	01:33:57 (0)
3	王嘉昊 (王嘉昊)		12	16:55:29			01:23:02 (0)	00:41:20 (0)	00:41:29 (0)	00:45:33 (1)	00:45:44 (0)	01:33:48 (7)	01:17:16 (2)	01:06:07 (0)	01:16:51 (2)	01:06:13 (0)	01:06:19 (0)	01:11:47 (0)
4	叶苏鹏 (17373457)		10	19:53:02			-5	00:20:00 (0)	01:23:40 (1)	01:56:52 (1)	01:56:59 (1)	-1	01:47:35 (5)	01:48:49 (0)	01:48:55 (0)	01:47:28 (3)	01:49:00 (0)	01:33:44 (0)
5	林鑫 (15081106)		9	13:05:45			01:35:35 (1)	01:00:57 (0)	01:00:51 (0)	00:50:14 (2)	00:50:22 (0)	01:34:59 (2)		01:47:57 (1)	01:17:54 (0)	01:06:56 (0)		
6	褚台铭 (17373215)	北京航空航天大学	9	14:54:01			01:11:14 (2)	01:07:12 (0)	01:07:22 (0)	01:10:30 (1)	01:10:38 (0)	01:36:02 (1)		01:40:27 (1)	01:54:02 (1)	01:56:34 (0)		
7	马广林 (16151021)		9	15:32:30			01:15:44 (6)	00:57:40 (0)	00:57:49 (0)	01:14:00 (1)	01:14:08 (0)	01:35:12 (4)	-6		01:43:41 (0)	01:23:23 (0)	01:30:53 (0)	

7 并行计算

7.1 科学全面的评判体系

正确性、性能、可扩展性三个核心指标自动评判 基于并行程序在真实计算环境下的运行数据，量化并行程序的正确性、性能和可扩展性三个指标，并基于量化值对并行程序自动判分。评判结果以图表方式直观地展现，便于发现并行程序的问题并有针对性地改进，达到了人工评判无法企及的教学效果。

支持多种并行语言和计算架构 多核多线程并行程序，包括 Pthread、Java 多线程、Python 多线程等。MPI 分布式并行程序。

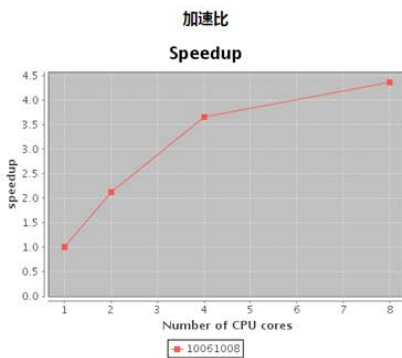
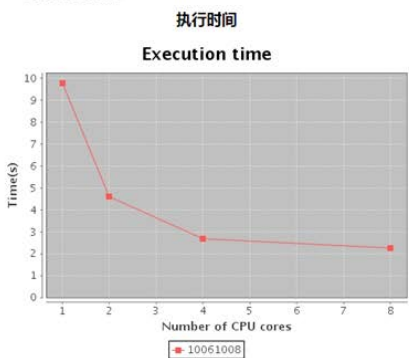
课程支持 高性能计算、Java 多线程、并行计算、MPI 程序设计、并行程序设计、并行编程原理与实践等。

程序通过正确性测试！

说明：最后得分综合并行程序的“正确性”，“性能”与“可扩展性”三项得到，性能和可扩展性分别由执行时间和加速比来衡量。占用内存不作为判分依据

CPU核数	占用内存(KB)	执行时间(S)	加速比
1	47.884	9.755	1
2	46.334	4.602	2.12
4	46.433	2.67	3.654
8	46.368	2.24	4.355

详细评判报告 >>



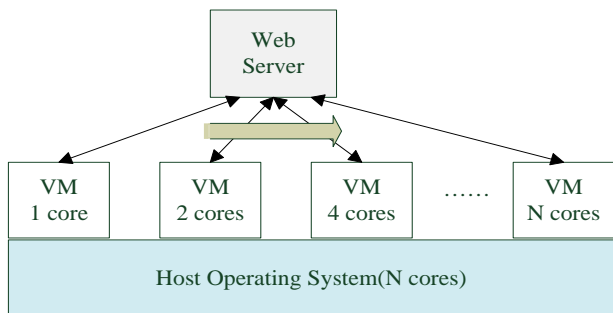
排行榜

点击表头字段，可根据该字段排序
点击“学号-姓名”列中任意一项，生成对比图表
性能和可扩展性在排行榜上的名次，决定最后得分

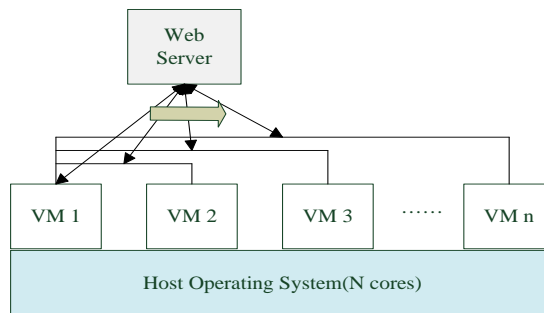
学号-姓名	性能	可扩展性	得分	优化次数
10061008-肖景阳	4.817	0.07	17.2019	9
10061008-肖景阳	19.766	0.02	12.966	1
10061008-肖景阳	15.785	0.025	13.3358	2
10061008-肖景阳	53.217	0.081	14.0102	1
10061008-肖景阳	13.809	0.074	14.7987	2
10061008-肖景阳	15.265	0.063	14.3782	1
10061008-肖景阳	13.446	0.099	15.5119	1
10061008-肖景阳	11.874	0.056	14.5494	2
10061008-肖景阳	5.929	0.069	16.4521	9
10061008-肖景阳	5.392	0.033	15.7834	20
10061008-肖景阳	7.644	0.085	16.1716	1
10061008-肖景阳	8.7	0.037	14.6015	3
10061008-肖景阳	6.706	0.068	16.0682	2
10061008-肖景阳	4.792	0.054	16.7931	9
10061008-肖景阳	6.304	0.131	17.9203	4
10061204-张浩	7.19	0.096	16.61	19

7.2 虚实结合的自动评测环境

既可以使用单台服务器虚拟出多线程和分布式集群环境，也可以直接使用现有高性能计算系统。



多线程评测“集群”



MPI分布式评测“集群”

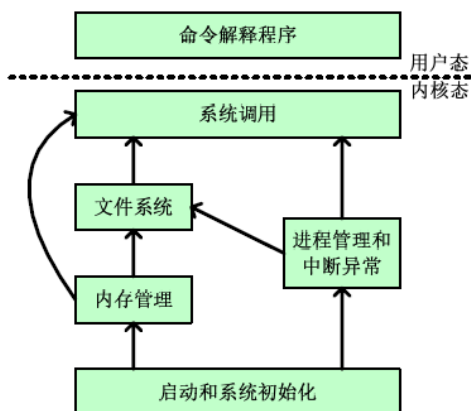
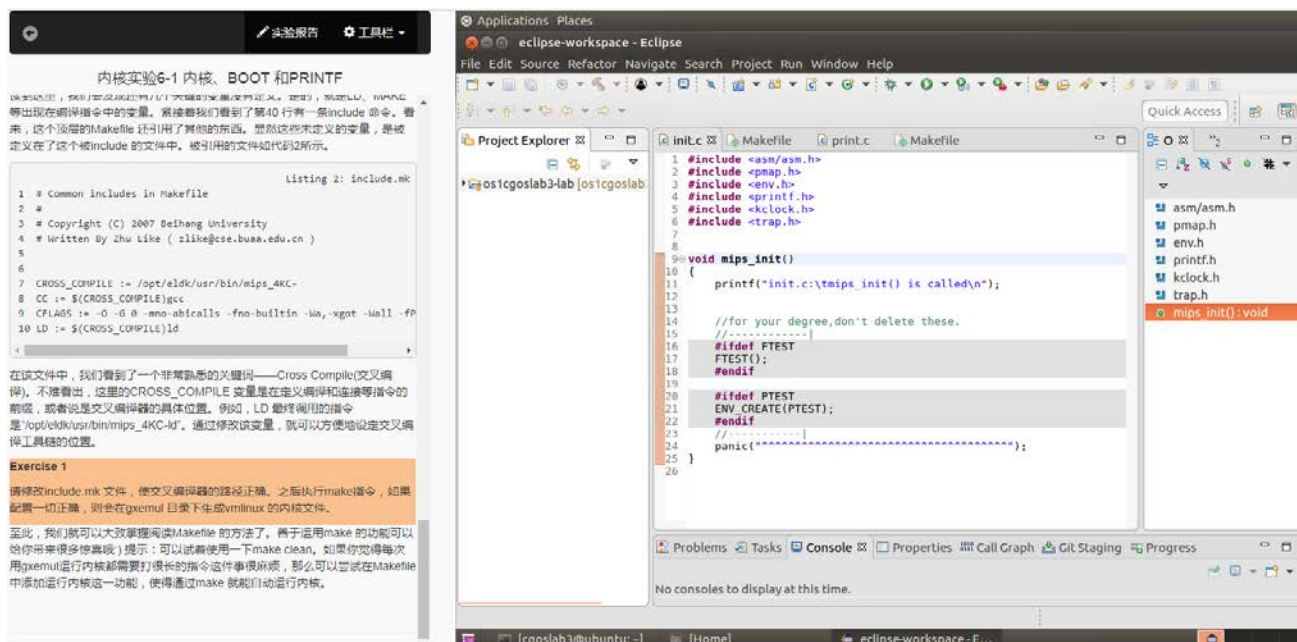
8 操作系统内核实验

8.1 实验过程的自动评测和管理

在线虚拟实验环境 借助虚拟机管理平台实现多节点实验服务器快速部署，避免了软件版本冲突问题，节约学生安装实验环境花费的时间，随时随地在线流畅使用。实验后能够长期保存学生实验过程资料。

内核实验自动评测 利用 git 和虚拟机，实现作业自动发布、提交、编译、运行、评测，并将测试结果、可能发生错误的代码反馈给学生，整个过程不需要人工参与。

实验过程自动化管理 操作系统内核实验是一个互相衔接的体系，学生通过了某个实验评测，系统自动发布下一次实验的内容，让有能力的同学尽早开始高难度实验，实现个体差异化培养，提升整体实验课效果。



8.2 小型操作系统实验体系

采用分层设计原则，设计了六个相互关联的操作系统实验，学生可以从简单到复杂，最终构造出一个相对完整的操作系统。

每个实验都设置多个不同难度级别的挑战性任务，并自动评测，节省教师工作量的同时，让学生获得内核开发的成就感。

成果奖励：2005 年被评为北航精品课程；2006 年被评为教育部-微软精品课程；2014 年，国家教学成果二等奖；2018 年，北京市教学成果一等奖。

9 大数据专业教学与实训

9.1 在线虚拟实验环境

随时随地动手练习 直接在浏览器上进行实验，界面分为左右两栏，左栏为实验指导书，右侧为一个真实的虚拟机环境。学习者无需配置繁琐的本地环境，随时随地在线流畅使用，极佳的用户体验。

快速部署和归档 借助虚拟机管理平台实现多节点实验服务器快速部署，节约学生安装实验环境花费的时间，随时随地在线流畅使用。实验后能够长期保存学生实验过程资料。

轻松衔接现有服务器设备 支持任何虚拟化技术，可以充分利用学校现有的计算中心（云计算中心）物理设备，为学校打造计算机实验在线机房。



9.2 CG大数据解决方案特点

	CG 大数据	其它
软件平台与硬件松耦合	✓ 独立建设、独立维护升级换代	✗ 一体机模式，与服务器和虚拟化软件紧耦合
对专业支撑的全面性	✓ 支撑所有大数据专业课程的教学与实验	✗ 昂贵的软硬件，只能做有限的大数据实验，无法支持相关课程的实验，例如数据库、编程语言、操作系统等。
资源的可扩展性	✓ 轻松自建教学与实验资源	✗ 教学与实验资源固化
使用体验	✓ B/S 架构图形桌面，客户端分辨率自适应	✗ C/S 架构或者命令行界面

10 Python教学与实训



10.1 优质的Python教学资源

来自高校一线教师的优质教学资源，从 Python 基础、到 Python 项目实践，覆盖整个 Python 教学过程。

Python 基础知识 支持 Python 代码自动评判。全面覆盖 python 基础知识，难度从第一级到第五级逐渐增大，所有编程题目都提供参考答案。

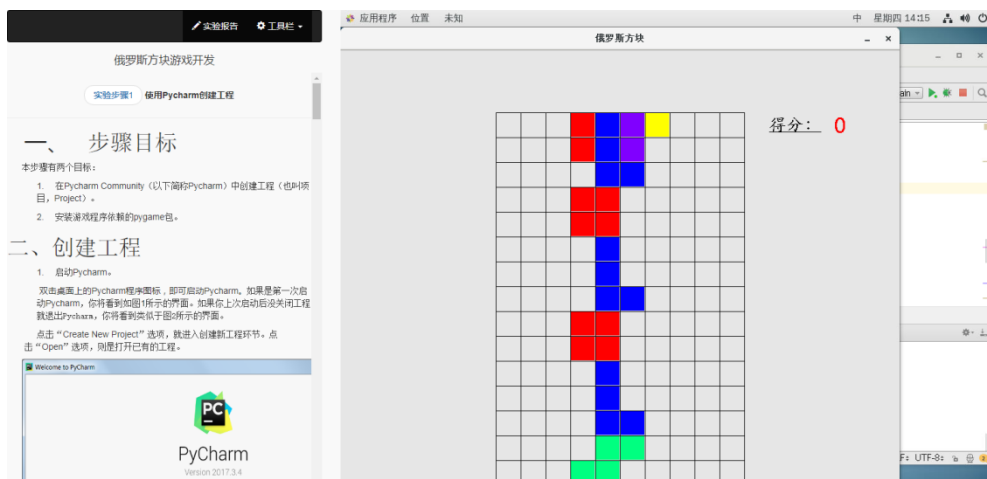
10+项目实训 实训项目旨在提升学生运用 python 解决问题的能力。一方面，学生要综合运用 python 语言和工具包；另一方面，学生要学习理解问题解决的流程。特别地，实训项目重点关注了如何引领学生使用 python 进行数据分析。这一类实训项目将帮助学生了解大数据和人工智能等业界热点。

10.2 在线实训环境

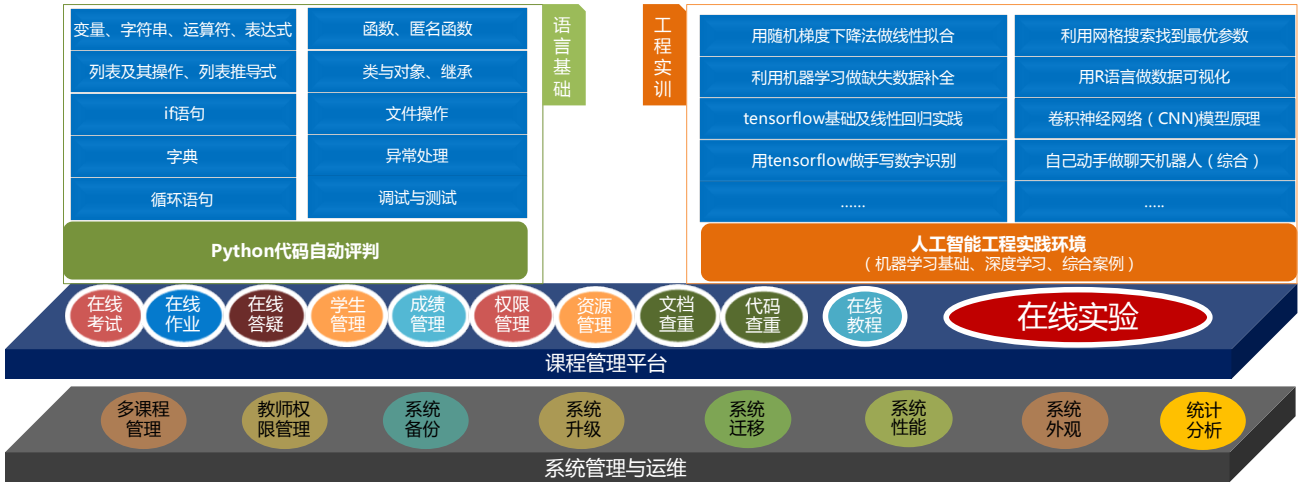
随时随地动手练习 B/S 架构的虚拟桌面实验系统，无需配置环境直接动手练习，极佳的使用体验。

快速部署和归档 借助虚拟机管理平台实现多节点实验服务器快速部署，节约学生安装实验环境花费的时间，随时随地在线流畅使用。实验后能够长期保存学生实验过程资料。

实验过程数据可视化 全面记录实验过程数据，并从多个维度分析和展现在线实验过程。

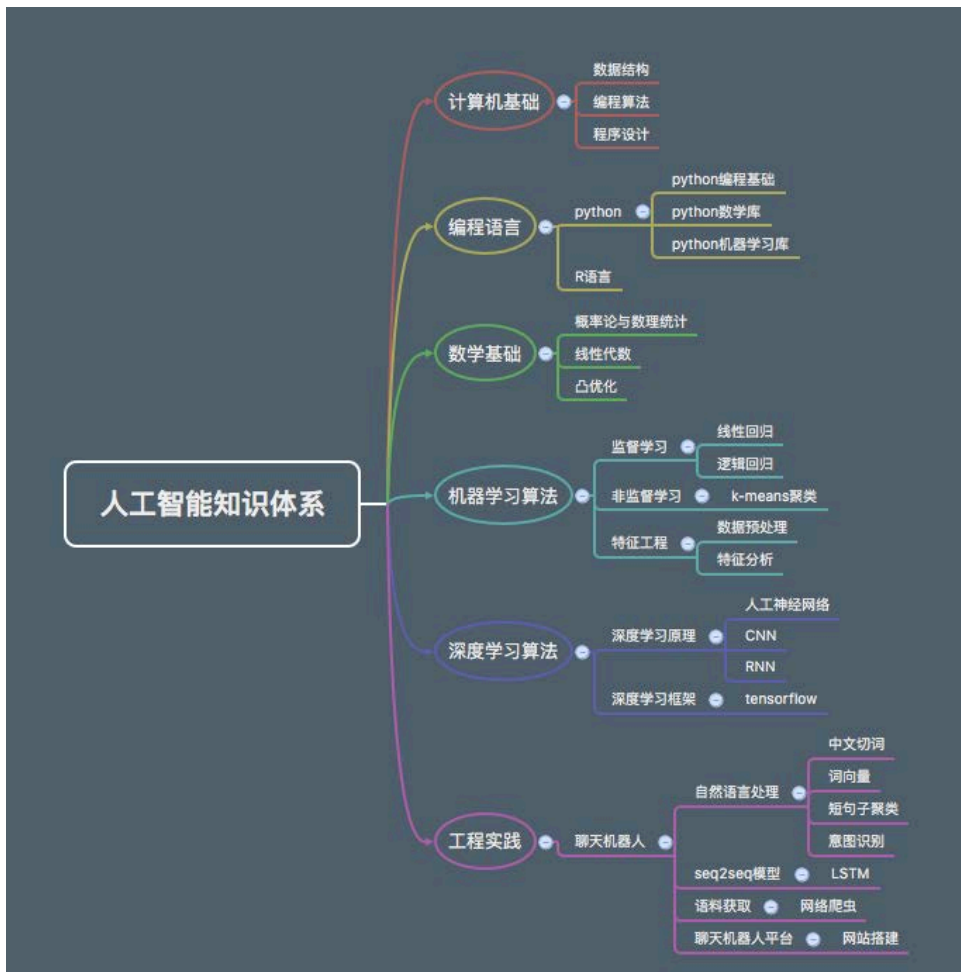


11 人工智能专业一体化解决方案



高质量的人工智能实验体系

CG 平台支撑所有人工智能专业的教学与实践,实现在线资源的统一管理。实验资源涵盖了从编程语言、数学基础、机器学习、深度学习所有人工智能的核心知识点,完成这些基础实验之后,学生可以将所学知识应用于工程实践,完成一个能够实用的聊天机器人。实验资源建设总的指导思想是用尽量少高质量的实验,让学生能够在短时间内掌握体系化的人工智能知识。



12 数据库在线实验

12.1 在线SQL自动评分

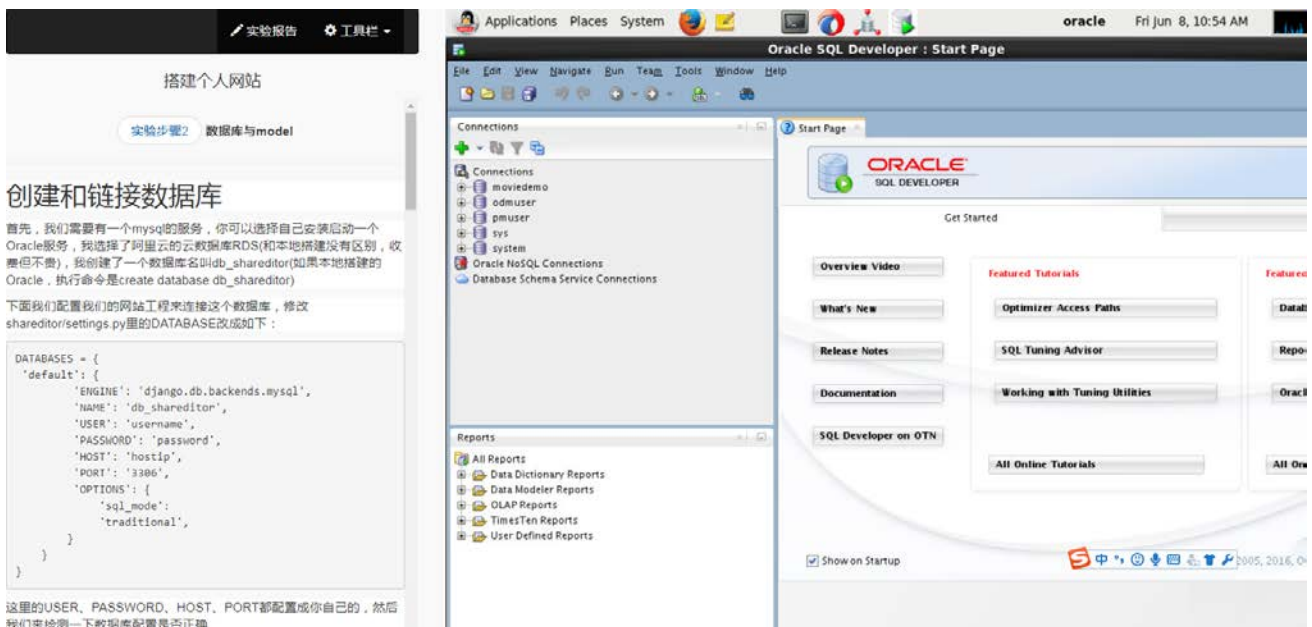
SQL 自动评测是数据库实验体系的核心功能，目标是能够自动、实时、准确地评判量化学生的实验成绩。

数据定义语言 使用 SQL 语句完成带有表级、列级完整性约束的基本表的创建、修改、删除。

数据基本查询 运用 SQL 语言实现数据的基本查询，包括带条件表达式的查询、自连接查询、分组统计查询、多表连接查询。

数据高级查询 支持 SQL 嵌套查询和集合查询。

数据更新语言 支持使用 SQL 语句完成基本表中数据的插入、更新、删除。



12.2 在线实验环境

基于在线实验环境，与 SQL 自动评测互为补充，形成了一个完整的在线实验体系。

体验真实的数据库操作环境 学生在浏览器上直接进行操作数据库，并在线撰写实验报告，基于虚拟机模板的部署方式也解决了数据库安装的难题，每届学生都可以一键恢复到数据库初始状态。

随时随地开展实验 数据库应用开发、数据库设计等综合性实验难度较大，仅仅依靠机房内的实验时间很难完成。基于在线实验环境，学生可以任何地点和时间开展数据库实验，实验体验和时间得到保障。

精细化评价 传统实验只能根据实验报告来判分，纯手工、易主观、粗粒度，在线实验系统完整记录学生实验过程中的操作记录，实现实验全过程的数字化管理和大数据分析。

13 软件工程系列课程实践教学



小组协作 支持学生自由组合为多个项目组，自主选择教师预先设计项目。项目组可在平台上安排计划，分工以及合作方式。项目组成员有组长和组员两种角色，项目结束后，教学平台支持对每位成员的个人贡献率给出评价。

小组互评 教学平台支持小组学生对其他组学生提交的文档和代码进行匿名评审，并可录入具体的评价意见和评分。

GitHub 的项目管理 利用优秀的开源软件开阔学生视野，鼓励学生构思有创意的软件需求。利用 GitHub 自动统计实践过程中的信息和小组成员的贡献。

项目的增量式迭代开发辅助管理 管理需要多次迭代开发改进的项目，并可以度量改进的内容。

完整的软件工程教学和实验体系 平台覆盖从理论教学、到实验、实训一整套的教学和工程能力训练体系。

文档 / 工程源代码查重 自动从压缩包内提取文档和源代码，并分别进行相似性比较和聚类显示。

基于在线实验环境的项目案例

实验 1：密码破解	实验 6：NBA 最佳球员
实验 2：标签云	实验 7：收入预测分类器
实验 3：IMDB 电影资料库检索	实验 8：乳腺癌分类器
实验 4：俄罗斯方块游戏	实验 9：标准普尔 500 预测
实验 5：Python 爬虫	实验 10：鸢尾花数据可视化

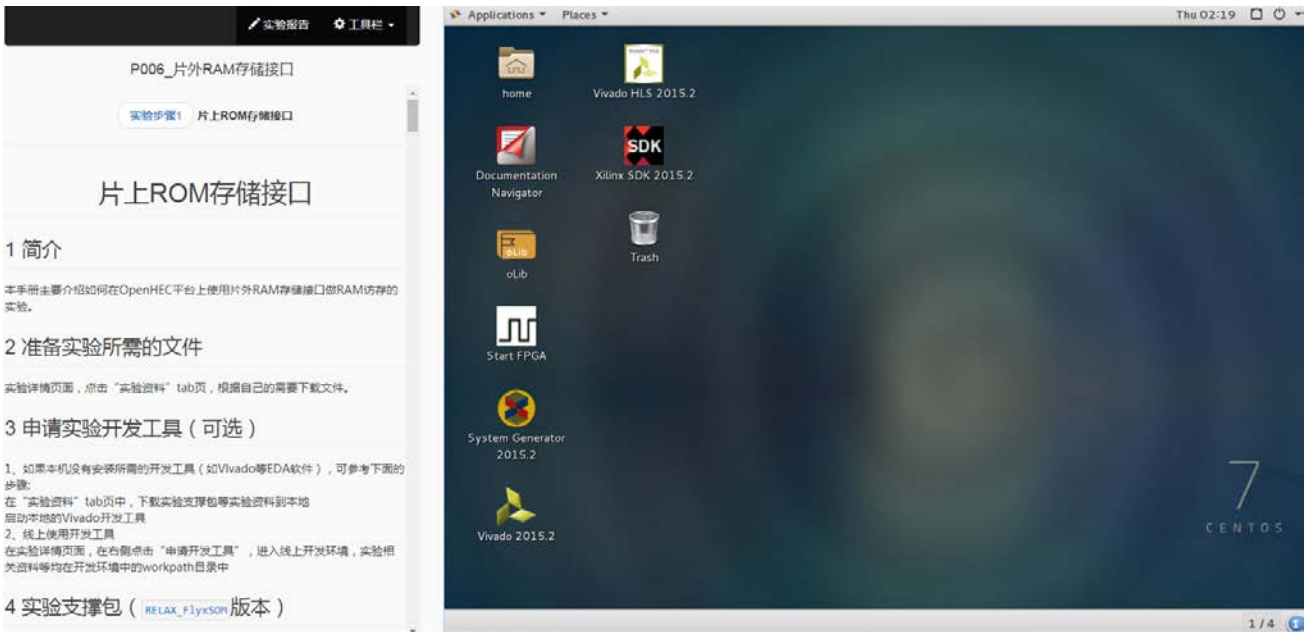
14 基于FPGA云的硬件实验

14.1 实验环境和FPGA的管理

在线虚拟实验环境 在线使得硬件实验服务在校园内任意时间和任意地点使用。例如课前预习，实验课后时间补充，课上演示等场景都可以直接使用硬件。

实验管理 FPGA 资源将由系统自动分配和回收，同时与系统实验管理功能融合，完成硬件实验教学全流程。

云端 EDA 工具 现代的 EDA 工具越来越复杂，占用磁盘空间也越来越大。通过云端虚拟机来提供开发工具，免安装维护，随时可用，运行速度更快。实验室可以免于更换 PC 机。



14.2 统一的贯穿式硬件教学资源

数字逻辑 从基础的门电路，组成组合逻辑电路、时序逻辑设计到综合性的数字系统设计，完整的实验资料。

计算机组成原理 由基础部件设计，如 ALU、存储器、微程序控制、总线传输等。最后由部件组成一个简单 CPU，包含基础的功能指令集。

计算机系统结构 基于 OPENMIPS 指令集的 5 级流水线 CPU 设计，完成取指、译码、执行、访存、回写操作。

FPGA 实训-HLS 高层语言开发 随着 FPGA 在计算领域快速发展，高层综合语言在 FPGA 的应用越来越重要。实训课程从基础的设计训练到完成一个图像加速实例，完整学习 HLS 开发。真正实践系统结构的知识。

15 虚拟仿真实验教学综合方案

15.1 虚实结合的在线实验环境

随着云计算技术、HTML5 和远程桌面技术进步，进化出一种新型的基于浏览器的在线实验环境，可以直接在浏览器上远程访问虚拟桌面进行实验，并能够实现多人、异地联合协同远程操作完成实验，教师远程在线同步指导和考查。

在线虚拟实验环境具备极强的可扩展性和创新空间，不仅能够承载软件实验环境（操作系统实验、在线项目开发、大数据实训等），还能够将真实的硬件实验设备部署到互联网上（嵌入式在线实验、FPGA 在线实验、网络在线实验等）。

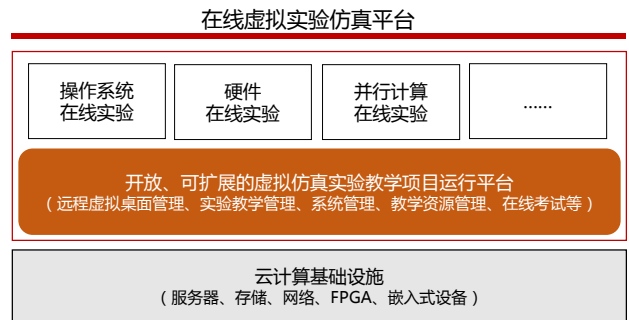
15.2 实验平台架构

高仿真性 使用真机调试与开发，在保证实验环境不受时空限制的前提下，还原与线下实验相同的操作体验，提升设备利用率。

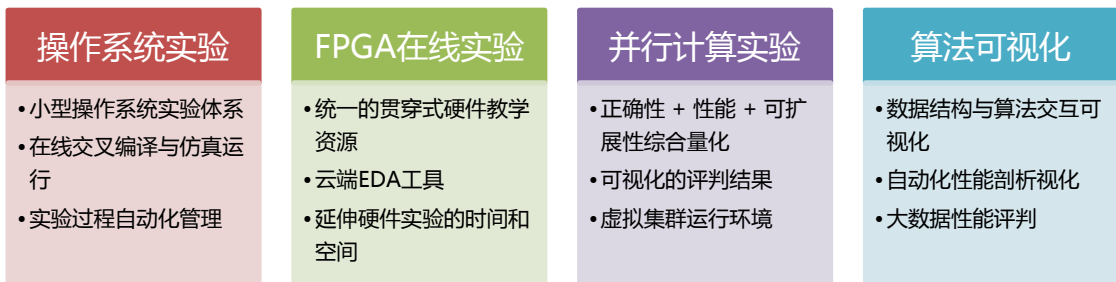
实验全过程的数字化管理和大数据分析 在线实验系统与教学系统深度融合，成为能够全面支持计算机专业课程的一体化平台，完整汇集学生在整个培养阶段的学习过程数据、项目实践数据、考试成绩数据，解决教育大数据的体系化和完备性的问题。

快速部署和归档 传统的实验环境具有不可逆的问题，而基于镜像的部署方式，可以快速恢复初始实验环境。

随时随地动手实验 B/S 架构的虚拟桌面实验系统，无需配置环境直接动手练习，打破了传统实验的时空限制，显著提升学习效率和效果。基于虚拟桌面技术，支持多人协同项目开发。



15.3 虚拟仿真实验教学项目



用户

北京航空航天大学
上海大学计算中心
北京交通大学计算机与信息技术学院
北方工业大学
国防科学技术大学
江南大学
北京邮电大学
北京化工大学信息工程学院计算机系
中国传媒大学
中国石油大学
北京信息科技大学
首都经济贸易大学
陆军工程大学
广西民族大学
江南大学
山东大学
齐鲁工业大学
华北电力大学
河北地质大学
杭州电子科技大学
华北科技学院
浙江工业大学
北京信息科技大学计算中心
重庆邮电大学
广西民族大学
西南民族大学
沈阳航空航天大学计算机学院
山东建筑大学
广东药学院
电子科技大学信息与软件工程学院
昆明理工大学
哈尔滨理工大学
重庆交通大学
上海电机学院
西南交通大学
北京印刷学院
武汉理工大学
中国海洋大学
山东大学
湖南大学
.....

联系我们

系统官网: www.educg.net
研发团队: 北京航空航天大学计算机学院
商业运营: 郑州云海科技有限公司
教学在线: course.cjudge.net
竞赛在线: acmoj.com
商务联络: 86-371-56003691 18530023918
业务合作: yunhaikj@aliyun.com
公司地址: 郑州市金水区经三路北99号附1号鑫苑金融广场金座1405室

版权所有 © 郑州云海科技有限公司 2018。保留一切权利。

非经郑州云海科技有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。