

# 发现计算之美在线教学案例展示

## 一、案例基本信息

课程负责人：李骏扬  
所在学校：东南大学 / 江苏省句容高级中学  
课程名称：发现计算之美  
课程教材：不设教材，推荐参考资料  
授课对象：高中一年级 / 二年级  
授课平台：中国大学慕课 / 江苏智慧教育云平台

## 二、案例综述

（包括本课程运用信息技术在课程体系、教学内容和教学方法等方面的改革情况，教学方案综述，应对疫情的教学设计，主要教学模式实施经验分享，教学过程数据统计分析，教学效果分析或学生反馈）

### 1. 案例概况

**【授课对象】**高中阶段，面向对信息技术、计算机程序设计有兴趣，且具有一定编程基础的学生。

**【课程概要】**课程以“美”为主线，启蒙计算思维，以八个案例，层层深入，发现计算中的美，以及计算是如何帮助我们来解决各类问题的。

**【课程理念】**课程旨在提高学生的综合信息素养，面对学有余力的学生，减少传统课程与竞赛高度目标性的负面影响，将艺术与工程融入课程，让高中“顶尖”的学生看到全面的信息技术对人类社会的推动，提升学生对计算机科学的兴趣，体验计算机艺术的魅力，用独特的视角展现信息世界与人类社会的博大。

### 2. 案例特色

**【计算之美】**计算与程序设计，看似枯燥，却蕴含着设计的美，思想的美，数学的美，计算的美；“美”是学习的推动力，亦是生活的感染力。“计算之美”，旨在提高学习兴趣，拓展前沿视野，领略工程魅力，树立责任担当。

**【课程之美】**形式多元，算法可视，课程以自然、随和、多元的拍摄场景亲近学习者，以层层深入的讲述方式启发学习者，八个课程案例，层层深入，从最基础的计算机的工作方式，到前沿的人工智能与大数据方法。

**【思维之美】**课程面向新工科，促进新融合，激发新挑战：课程紧抓程序设计的本质，重在思维引导，并在案例中进行学科交叉，学有所用。为了避免繁琐语法的干扰，课程团队开发适用于高中与大学新生的 X-Program 图形化编程平台。

### 3. 学习目标

**【知识与前沿】**描述程序设计的基本思想，编写基本算法，分析计算机科学、人工智能、大数据、互联网等发展的动向对人类社会进步带来的影响。

**【方法与能力】**利用计算机语言与算法，以全局的、多维的视角审视、剖析、解决其它学科学习中遇到的问题。

**【思维与创新】**以计算思维为起点，打好基础；以工程思维为路径，搭建台阶；以学科前沿与创新思维为引领，构筑有挑战的课程。

**【学习与发展】**克服困难，坚持不懈，在组织与沟通中发现自己的闪光点，在思辨中理解信息社会与自我的关系；在分析与解决问题中提升学习能力，为未来的自我发展进行较为全面的能力与素养储备。

### 4. 课程内容

#### 【案例一】人列计算机

——发现计算的本质

人列计算机是“小说”三体中出现的，某一个时代的三体人试图通过人列计算机进行三体世界天体的运行计算，而该人列计算机的设计，则完全按照现代计算机的计算结构在进行设计，因此，该案例通过让每一个学生来担任一个“门电路”的角色，与学生一起看到计算机是如何进行计算的。

研讨一：计算机真的会计算吗？（深入计算机计算的本质）

研讨二：三体人的计算为什么失败？（发现计算与世界运行之间的联系）

#### 【案例二】哲学家砍树问题

——寻找解决问题的标准步骤

由一个哲学小故事引发对算法的思考。尽管一开始，这个算法只是解决最大值最小值这类简单的问题，但进一步思考发现，我们平时习以为常的一些工作，是否都是“可计算的”的，那些人类扫一眼就能解决的问题（比如看看五棵树哪一个最高），计算机又是如何处理的？这里当然不仅仅是数学问题的求解，而这些计算的过程，是不是都是我们平时的思维方式？该案例旨在与学生一起深入理解和思考，计算机程序是如何在顺序、分枝、循环三种基本程序结构的框架下解决问题的。

研讨一：“一票否定”是如何实现的？（以质数求解为例，看看我们平时习以为常的思维如何转变为缜密的结构化的算法思维）

研讨二：你能举出一些例子，一些小问题的求解，我们一些在大脑中很快就能解决的问题，计算机求解时，和我们日常思维不一样？（寻找标准步骤，将过程结构化，将一个松散的问题求解过程变成严密的可计算的过程）

研讨三：计算机的计算，和数学的计算是否是统一的？（数学问题，有的描述状态，有的描述过程，而计算机是过程化的，在这里与学生深入思考，数学对问题的求解，与计算机计算过程的统一）该研讨呼应案例二中对方程求解的思考。

### 【案例三】方程的解

——开启计算机的数值计算

从学生熟悉的一元二次方程出发，发现计算机是如何解方程的，一开始，我们只是探讨如何通过多组分支结构遍历一元二次方程三个系数所有的情况，进而探讨多种多样的方程求解的方法，特别是数值解法。

研讨一：如何考虑一元二次方程所有的情况？（思维缜密，不漏，不重复）

研讨二：数值方法和解析方法，在不同的方面，孰优孰劣？（方法的辨析）

研讨三：高次方程没用通解公式，而数值方法通常每次只收敛于一个解，那么如何得到高次方程的所有解？（工程的挑战，知其不可为而为之）

### 【案例四】百钱百鸡的极致加速

——开启计算机求解的空间搜索

用一百文钱买一百只鸡，是中国古代的一个数学问题，也是经典的穷举问题，本案例就从这个程序设计的“入门”级案例着手，看看百钱百鸡问题是如何在一个三维立体空间中搜索解的，加快这种搜索的几何本质是什么，为什么，又如何从 1030301 次搜索，通过数学推演，降到 4 次搜索？而空间搜索的本质又是什么？

研讨一：如何加速？（看到加速背后的几何原理）

研讨二：空间搜索的本质（你有哪些小案例是空间搜索的？如何通过减小搜索空间来加速？背后的几何本质是什么？）

研讨三：对于非规整的空间，如树、图又如何搜索？

### 【案例五】皇后、迷宫与 AlphaGo

——搜索树，并看到人工智能背后的算法思想

皇后、迷宫、AlphaGo 的背后都有要给趋同的数据结构：树。八皇后问题也是经典的程序设计算法问题，一个二维棋盘的背后，是典型的树结构搜索和回溯问题。而同样是树结构搜索，迷宫问题、棋局问题又是如何进行的？又同样是八皇后问题，有没有用其它的方法？启发式的方法？甚至是公式法？

研讨一：八皇后新解法（启发式的方法，或者公式法，对比不同方法的优劣）

研讨二：你看到迷宫背后的本质了吗？

研讨三：AlphaGo 是如何减少搜索范围的？

研讨四：AlphaZero 又是如何战胜 AlphaGo 的？

### 【案例五】兔子问题与防疫决战

——开启计算机求解的递推方法

荒岛上兔子的繁衍可以用计算机建模来模拟和递推，疫情的传播与防控也可以用计算机模拟和递推，那么这些方法共同本质是什么？如何实施？如何看待这些递推的结果？

讨论一：模拟背后的本质是什么？

讨论二：哪些因素会影响递推的准确性？

讨论三：天气预报是如何推演的？

讨论四：再思考，三体人的人列计算机为什么会失败（是不是计算机本身的问题？还是数学模型的问题？或是某些不可调和的因素？）

### 【案例七】巧分硬币

——看看人工智能的常用算法：分类、聚类与回归

从硬纸板制作的简易硬币分类器入手，看一个真实的计算机系统如何分开数据的？如何通过多个维度的数据对比提高识别的精度？如果本就不知道不同硬币的精确指标，你如何通过大量的数据来获得？

讨论一：聚类，有哪些硬币？分类，是什么硬币？

讨论二：分类方法讨论，回归与阈值，以及多维度的帮助；

讨论三：大数据的帮助；

讨论四：几个臭皮匠，顶个诸葛亮：投票与 **Boosting**。

### 【案例八】像素世界与计算之美

——人眼的世界，从像素开始

从一个太极图，到美轮美奂的分形图，其背后都是像素在进行表达，因此，这一案例，就是与学生一起，发现图形的美，感受计算的美。

讨论一：为什么是红绿蓝（红绿蓝三色组成从图像的世界，那为什么不是黄橙紫，不是红橙白等其它的颜色，而一定要是红绿蓝呢？我们去看看背后生物学的原理）

讨论二：视觉的格点，计算机图像离散而非连续，及表现在空间（像素），又表现在时间（帧），这些格点，工程上又是如何“欺骗”我们的眼睛的？

讨论三：分形的像素世界，看看由数学计算产生的分形图像的魅力；

讨论四：从像素，到并行计算，到 GPU，到深度学习。

## 5. 教学方法

本课程以学生为中心，**研讨**是课程的重要学习方法。由于疫情影响，考虑课程的定位，课程设计中考虑以下几个要素：

首先，课程定位于高中阶段，对信息学科有兴趣，且具有一定基础的学生，课程属于提高性质，因此，课程设计中，兼顾前沿领域是为了引领，而基础方法的分析则为学生未来广阔的科研/工程道路打好基础。

其次，尽管参与课程的学生具有一定的学习能力，但考虑到高中阶段学生的特点，课程案例尽量贴近学生现实生活的经验，提高学生学习的兴趣。

由于疫情影响，课程教学有线上和线下两部分组成。开学之前，进行线上教学，开学之后，进行线上线下混合式教学。

为了更好的进行相关案例的研讨和学习，课程教学有以下几个方面组成：

**【慕课学习】**研讨前的学习：慕课学习是本课程学习的基础，采用自学的方式，学

生在慕课上自行完成每个单元的测试。

【**调研学情**】为研讨作准备：每周课前，教师进行学情调研，有针对性地进行教学内容设计。

【**在线研讨**】研讨，是思想的碰撞。研讨的内容包括：

- (1) 针对学生学习中的问题进行解析
- (2) 对案例中提出的各种问题进行分析与思考
- (3) 对工程实践中的经验进行分享
- (4) 计算思维、工程思维和创新思维在实践中的融入

研讨课程实施的要点是：**学生画龙，教师点睛**。即引导学生积极发表意见，教师进行记录和归纳，找到学生意见中的闪光点，讨论学生所述方案中可以改进的地方，由学生的方案递进为经典的工程方案，或形成学生自己独特的方案，在研讨中与学生共同进步。

【**在线科普**】在线进行人工智相关的科普讲座，拓展学生的视野。

## 6. 课程资源

课程教学网站：

<http://exelab.org/DBC>

课程辅助资源：

中国大学慕课《程序设计基础——发现计算之美》一至七单元

网址：<https://www.icourse163.org/learn/SEU-1003771004#/>

或者登录 <https://www.icourse163.org>，搜索“发现计算之美”

## 三、案例展示效果图

课程本学期教学在江苏省句容高级中学进行，面向句容高级中学对信息技术具有专长的学生，教学过程由三位教师共同完成。李骏扬老师负责线上教学，句容高级中学特级教师巫雪琴、信息教师穆芳芳负责教学组织，以及目前线下实践教学地开展。

# 发现计算之美

你眼中世界的样子，就是别人看你的样子！



## 发现计算之美

你眼中世界的样子，就是别人看你的样子！

### 第一讲：人列计算机

**《三体》与人列计算机**

人列计算机来自于小说《三体》。这是三体人很多个文明时代中的一个，虽然还没有发展到工业文明，但是依靠着强大的逻辑思维，以及庞大的军队，三体人构建了更高级的人列计算机，而目的只有一个：生存！

**从R进制到二进制**

如果你还不能理解三体人的人列计算机是如何工作的，那么就请和我们来学习二进制吧！什么是二进制？为什么我们习惯于使用十进制，而不是八进制、十六进制？其实十进制并不比八进制、九进制系统来得特殊，只不过我们习惯于十进制，但是，如果我们习惯了十二进制，那么我们会觉得十进制才是笨拙，甚至我们还会非常顺口的背诵十二进制的乘法口诀表。

就让一个会数学的外星人帮我们了解其实并没有什么特殊性的各种进制吧！

**发现计算机运算的本质**

难以置信！如此复杂的计算机，其最基本的可以产生逻辑的电路，居然是用串并联，和局部短路来实现，这个不是初中就学过的电路知识么？

## 发现计算机运算的本质

难以置信！如此复杂的计算机，其最基本的可以产生逻辑的电路，居然是用串并联，和局部短路来实现，这个不是初中就学过的电路知识么？

是的，没错！所以，一个复杂的系统都是有一些最基本的，简单到几乎“一目了然”的单元组成的，所以，还处在农耕文明的三体人，想成人列计算机，是不是也不奇怪？

那为什么我们自己不去来试试看看呢？

图1 线上课程

计算之美丽——巧分硬币 (2)

主讲人: 李骏扬

05-26 10:06~11:20

计算之美丽——巧分硬币 (1)

主讲人: 李骏扬

05-26 09:00~10:05

图2 远程直播授课公告



图3 在线远程授课场景

由于句容高级中学目前已经开学，李骏扬老师面向班级同学远程授课，穆老师组织学生观看直播课程与慕课视频，组织学生进行线下的实践。课程目前授课情况良好，受到了学生的普遍欢迎。

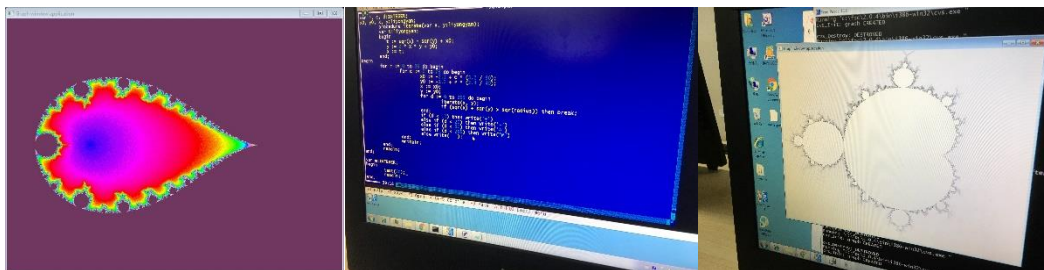


图4 部分学生的作品设计