

文章编号：1672-5913(2026)01-0066-06

中图分类号：G642

大模型驱动的无人机仿真 Python 教学探索

姚 宁¹, 路新喜¹, 孙 青², 韩子尧¹

(1. 北京航空航天大学 软件学院, 北京 100191;
2. 北京航空航天大学 计算机学院, 北京 100191)

摘要：针对传统编程教学中教学方式陈旧、缺乏趣味等局限性，提出大模型驱动的无人机仿真 Python 编程教学平台设计思路，介绍平台设计流程，阐述如何利用平台提供的交互式学习环境，指导学生通过解决无人机控制问题进行编程练习，最后说明教学效果。

关键词：Python; 大语言模型; 无人机; 程序设计

DOI:10.16512/j.cnki.jsjjy.2026.01.028

0 引言

在当今的人工智能时代，编程技术在大学教育中的重要性日益增加。不同专业对编程技术的需求有所不同。例如，计算机专业注重计算机系统结构，软件专业注重大型程序开发，经管类侧重数据处理与分析，人文类侧重文本分析，媒体艺术类侧重图形绘制^[1]。在大学低年级阶段，学生通过学习通识课程，为未来进入各个专业深造打下基础，因此，编程教学通识课程应侧重通用计算思维的培养，而非计算机知识的传授。

计算思维是指个体运用计算机科学领域的思想方法，在形成问题解决方案的过程中产生的一系列思维活动。计算思维的本质是对问题的抽象和自动化，抽象是通过对问题进行因素分析，选择和剔除不必要的部分，把复杂问题形式化、符号化和简单化，使其更易理解和解决；自动化是在系统不需要人为操作的情况下，按照设定步骤或规律自动执行，进而解决问题。

与 C 语言相比，Python 语言屏蔽了计算机的底层细节，专注于功能的实现，代码量低且调试简单^[2]，更适合作为编程教学通识课程的语言^[3]。然而，传统的 Python 教学模式存在诸多问题，如教学方式陈旧、缺乏趣味性、缺少教学资料和习题库、忽视计算思维培养等^[4]，这些问题限制了学生解决问题能力的提升，降低了学生

的学习兴趣。为了应对这些问题，教育者开始探索利用在线评测平台和问题驱动教学模式，结合具体应用场景来增强 Python 教学的互动性、趣味性和实效性。

1 大模型驱动的无人机仿真Python教学思路

大模型驱动的无人机仿真 Python 编程教学平台通过构建一个代码评测平台，实现 Python 编程教学的群智化，引导学生通过解决问题来提升计算思维。教学平台允许多位教师共同设计和实施课程，允许教师共享共建教学资料和习题库，以解决教学资源缺乏的问题。教学平台提供一个无人机仿真模块，以无人机控制任务为线索，让学生通过 Python 编程来解决无人机控制问题，可以提高学生学习编程的兴趣^[5]。无人机作为一种遥控飞行器，在遥感、气象、国土、林业、海事监察、自然灾害勘察等多个领域具有重要应用，其高精度的监测能力远超遥感卫星^[6]，但在教育应用中面临经费、法规限制、隐私担忧等挑战^[7]，利用计算机仿真技术可以有效地弥补实际飞行受限的问题。大模型可以通过自然语言处理解析学生提交的代码逻辑，提供语法纠错和算法优化建议^[8]，进一步生成符合学习者认知水平的任务引导提示和教学指导。

基金项目：国家自然科学基金项目“欠驱动无人飞行器鲁棒非线性控制方法研究”(62073019)。

作者简介：姚宁，女，助理研究员，研究方向为软件工程需求与智慧教育，yaoning@buaa.edu.cn；路新喜（通信作者），男，副教授，研究方向为人工智能技术、软件工程，lxx@buaa.edu.cn。

编程教学平台可以为学生提供一个交互式学习环境，使他们通过解决仿真条件下的无人机控制问题来提升编程水平。平台的具体实践路径如下。

(1) 搭建代码评测平台，学生可以通过编写 Python 代码来生成无人机控制命令并完成在线评测编程作业。

(2) 开发无人机仿真模块，模拟无人机在真实环境中的行为，适配 Tello 无人机的控制命令。

(3) 开发实时辅导模块，通过大模型的交互能力，对学生的代码进行纠错、引导并给出学习建议。

总之，通过构建代码评测平台和开发无人机仿真模块，为编程教育提供一种创新的教学模式，不仅提升学生的编程能力和计算思维，还激发他们的学习兴趣，为未来的专业学习奠定坚实基础。

2 平台设计

大模型驱动的无人机仿真 Python 编程教学平台提供对教学团队、学生、课程及题目的管理功能。教学团队可以为自己开设的课程创建编程

习题并上传数据点，该习题可以仅对班级内学生可见，也可以全平台公开，公开的习题可以被其他课程采用。学生可以查看课程内容、进度和习题，习题涵盖 Python 编程基础知识和无人机实际应用。学生可根据兴趣选择习题进行学习和练习，教师也会根据教学进度选取习题作为作业，提供现场指导。

下面基于平台的实践路径，详细介绍平台设计细节。

2.1 代码评测平台

编程教学平台内嵌的代码评测平台时序图如图 1 所示，学生可以在浏览器上直接编辑代码，代码评测平台提供代码高亮和自动补全。提交代码后，代码会被调度至沙箱中异步运行，沙箱使用户提交的 Python 代码在安全环境下运行，阻止其进行危险越权操作，并且能够度量该代码的运行耗时、内存占用等指标。代码评测平台通过轮询等待运行结果，并将代码输出显示在页面上。仿真模块自动读取代码输出，解析无人机控制命令，运行无人机仿真，学生可以直观查看代码逻辑流程。

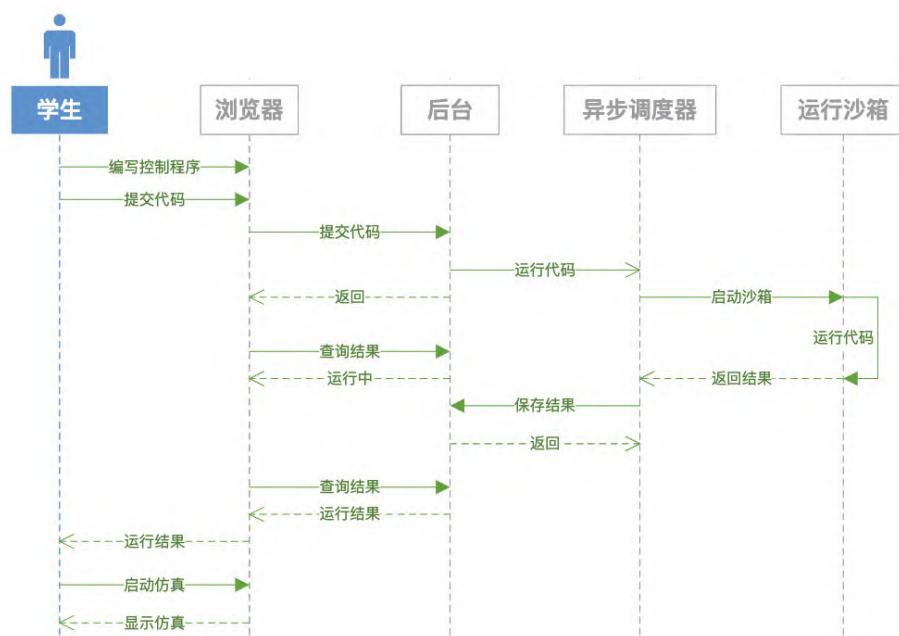


图 1 代码评测平台时序图

2.2 无人机仿真模块

编程教学平台开发的无人机仿真模块利用 Unity 框架和 C# 语言开发，通过 Unity 引擎的 WebGL 编译功能，不需要额外插件即可在浏览器

上运行。WebGL 结合 JavaScript 和 WebAssembly，提供接近原生应用的性能，确保仿真模块的高效访问和高质量 3D 渲染。学生可以通过运行 Python 代码输出无人机控制指令，或直接输入控

制指令操控仿真模块中的无人机。这些控制指令均来源于大疆 Tello 型无人机的真实指令。在仿真模块中调试完毕后，学生可以将指令导出并发送给真实无人机使用。

无人机仿真模块运行流程如图 2 所示，当仿真程序启动后，开始依次读取浏览器发送给它的指令，并且根据读取的指令设置无人机的目标状态 S ， S 的定义为

$$S = (x, y, z, \omega) \quad (1)$$

其中， x, y, z 分别为无人机所在三维直角坐标系的坐标； ω 为无人机的朝向角度。无人机控制指令与其代表的物理意义见表 1。

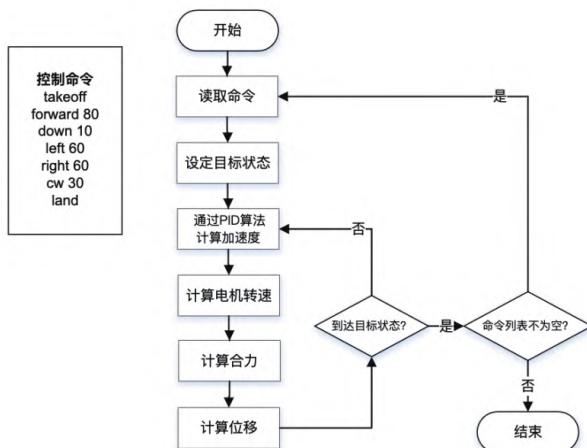


图 2 无人机仿真模块运行流程

表 1 控制命令的物理意义

控制命令	物理意义
takeoff	起飞，设置 z 轴目标值为 30
forward a	向前移动， y 轴目标值加 a
backward a	向后移动， y 轴目标值减 a
up a	向上移动， z 轴目标值加 a
down a	向下移动， z 轴目标值减 a
left a	向左移动， x 轴目标值减 a
right a	向右移动， x 轴目标值加 a
cw a	顺时针旋转，偏向角 ω 加 a
ccw a	逆时针旋转，偏向角 ω 减 a
land	降落，设置 z 轴目标值为 0

定义无人机当前状态与目标状态之间的偏差为

$$e(t) = S_{\text{target}}(t) - S_{\text{current}}(t) \quad (2)$$

然后利用 PID 算法计算无人机接下来的加速度和角加速度。由于仿真程序只能离散地选取一些时刻来采样，因此需要使用差分形式的 PID 算法：

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \sum_{i=0}^t e(t) + K_D(e(t) - e(t-1)) \quad (3)$$

其中， $u(t)$ 是状态 S 的变化率， $u(0)=0$ ； K_p 是比例系数； K_i 是积分项系数； K_D 是微分项系数； t 为采样序号 ($t=1, 2, \dots$)。

在仿真模块中，采用 PID 算法的增量式进行计算：

$$\Delta u(t) = K_p \Delta e(t) + K_i e(t) + K_D(\Delta e(t) - \Delta e(t-1)) \quad (4)$$

$$\Delta u(t) = u(t) - u(t-1) \quad (5)$$

$$\Delta e(t) = e(t) - e(t-1) \quad (6)$$

其中， $\Delta u(t)$ 是 $u(t)$ 的变化率； $\Delta e(t)$ 是 $e(t)$ 的变化率。对于 x, y, z ， $\Delta u(t)$ 表示无人机在该方向上的加速度；对于偏向角 ω ， $\Delta u(t)$ 表示无人机在该方向上的角加速度。式 (3) 的计算时间复杂度为 $O(n)$ ，而式 (4) 的计算时间复杂度为 $O(1)$ ，仿真模块选用式 (4) 来计算可以具备更好的性能。

完成无人机加速度和角加速度的计算后，需要进一步计算无人机旋翼的转速和升力。无人机飞行原理如图 3 所示，无人机通过调节各个旋翼的转速来实现移动、升降、悬停和旋转。在竖直方向上，升力大于无人机所受重力时可使它上升，升力小于无人机所受重力时可使它下降，升力与无人机所受重力相等时可实现悬停。无人机可以产生一个力矩使机体旋转，如提升 M1、M4 的转速，降低 M2、M3 的转速，无人机会逆时针旋转，提升 M2、M3 的转速，降低 M1、M4 的转速，无人机会顺时针旋转。无人机可以提高一侧的转速，使机体倾斜，从而产生能够移动的合力，如提升 M1、M3 的转速，降低 M2、M4 的转速，无人机会水平向右移动。无人机仿真效果如图 4 所示。

2.3 实时辅导模块

实时辅导模块基于大语言模型，在用户提交的代码产生错误无法运行或者答案与预期不符时，平台自动调用大语言模型接口，将代码和报错信息提交使用大模型进行解析。大模型结合预置提

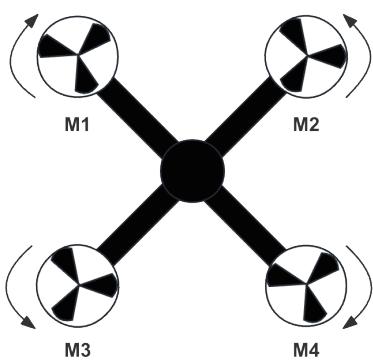


图3 无人机飞行原理



图4 无人机仿真模块

示词、代码和报错信息，实时给出修改建议，引导学生修改代码，并通过知识点回顾等方式给出一定的学习建议，辅助用户学习相关内容。

3 教学实施

对基于无人机仿真的 Python 编程教学平台在编程教学通识课程上进行现场教学。教学内容见表 2，以无人机控制任务为线索，涵盖 Python 语言基础知识、控制流语句、字符串与集合、算法知识入门、数学运算、文件与异常处理、Numpy 科学计算包、无人机控制技术等内容，通过编程练习来提升学生的实践能力。通过这样的教学方式，学生不仅能够理解无人机技术的原理，还能够运用 Python 编程对无人机进行控制和仿真，从而更好地应用所学知识。

在学校开展了共 16 学时的 Python 无人机编程通识课，课程已开设两学期，每学期限 30 人选课。课堂时间安排如图 5 所示，在每堂课（每堂课 2 个学时）的前半部分讲授 Python 编程和无人机知识，在后半部分布置在线评测编程题，学生可以上手锻炼编程技能。编程题目大多以无人

表2 教学内容

讲次	无人机操作	知识点	实验任务
第一讲	无人机基本控制	Python 语言的历史、发展和应用领域，无人机的定义、使用场景，Tello 无人机控制指令	通过组合多种控制命令，如起飞、前进、左移、旋转、上升等，使无人机能够按要求的轨迹飞行，能够飞行到指定位置
第二讲	无人机复杂轨迹飞行	Python 变量、数据类型、运算符、表达式、控制流语句 (if, for, while)	通过循环、控制语句、运算表达式，无人机能够绘制出具有对称特点的轨迹，如等边三角形、长方形、五边形、圆、花瓣等
第三讲	仿真日志打印	Python 字符串、列表、元组、字典、集合的用法	练习字符串、列表的追加、索引、切片、反转等操作；练习元组、字典、集合的使用，按字典序输出信息到仿真程序日志
第四讲	无人机路径优化	动态规划入门，一维及二维动态规划，斐波那契数列	给定目标点，求路线种类数；给定地图分数，求得分最大路径；按斐波那契数列项的距离飞行
第五讲	无人机寻宝	Python 实现数学运算，包括数列求和、最大公因数、最小公倍数、鸡兔同笼、求质数等	通过求解数列求和、最大公因数、最小公倍数、鸡兔同笼、质数等问题，得到藏宝位置，并控制无人机前往
第六讲	无人机命令组合	Python 定义与调用函数，递归算法	通过循环、控制语句或直接组合多种控制命令，实现更复杂的飞行；通过递归求解汉诺塔问题和最大公因数
第七讲	无人机指令加载	Python 中文件的读写和管理，异常处理	通过重定向标准输入输出和读写文件，实现从磁盘加载、保存、合并控制等指令，保存飞行状态并从上次飞行的状态开始续飞
第八讲	无人机姿态控制	使用 Numpy 库进行矩阵运算	通过旋转矩阵计算出无人机方向向量，控制无人机的姿态

机任务为背景，学生在运行代码时，可以打开无人机仿真模块，通过无人机飞行行为可视化梳理代码逻辑，从而发现代码中存在的问题。助教团

队会现场指导学生编码，学生在编写代码时遇到的问题可以随时向助教提问，这有助于他们更好地理解和巩固所学内容^[9]。当助教人手不足时，

学生可以打开实时辅导模块，通过向大模型提问来解决一些常见的问题，包括题目理解、编程知识、代码检查等。

图 6 统计了每讲知识点的覆盖程度，从第三讲开始，编程题目对知识点的综合覆盖度更高，题目的难度也更高。图 7 展示了正确率随课程进行的变化，虽然知识点难度上升，但是基于教学平台，在教学团队的支持下，学生做题的正确率没有明显下滑，反而在后期有所回升。

图 8 统计了每周无人机仿真模块的人均调起次数，最低不少于 5 次，最高达 16.25 次，证明学生查看无人机仿真的兴趣较高。调起次数与正确率呈现负相关，当学生做题正确率较低时，调起仿真查看的次数升高，说明学生需要借助仿真模块梳理代码逻辑。

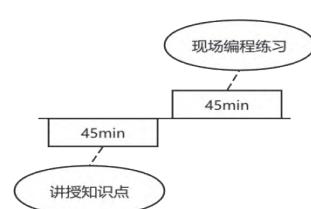


图 5 课堂时间安排

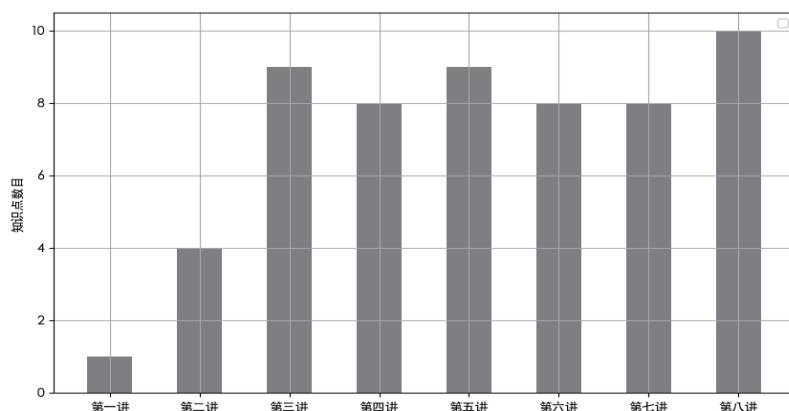


图 6 每讲知识点覆盖度

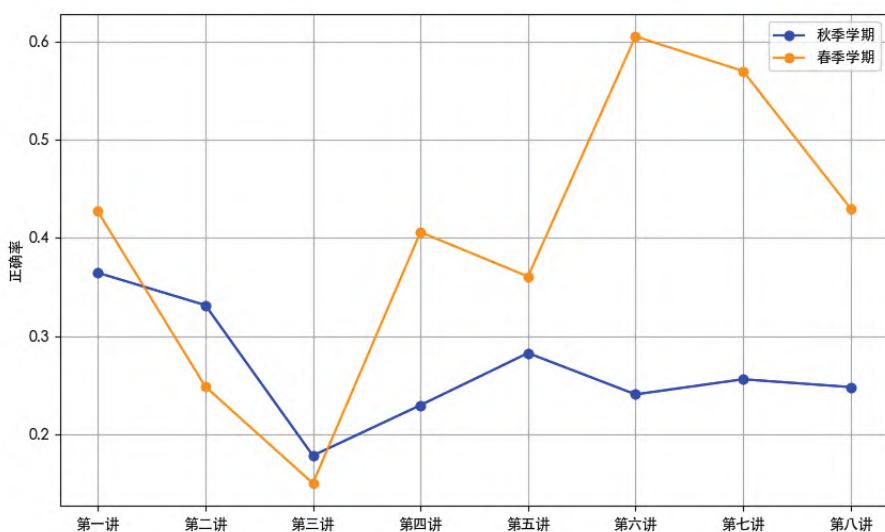


图 7 正确率随时间的变化

4 结语

基于无人机仿真的 Python 编程教学平台，不仅为编程教学提供代码在线评测能力，还提供无人机仿真模块，利用 PID 算法从物理学角度仿真模拟无人机在现实环境中的运动行为。

教学团队以无人机控制技术为线索，组织 Python 知识点的教学，并向学生布置以无人机控制为主题的编程任务，设置助教团队在现场指导学生编程。随着课程的深入，学生解决问题的正确率得到提升，解决问题的能力有所提高，并增加了对无人机仿真模块的兴趣。

本研究旨在推动 Python 编程教学的群智化、趣味化及实效化，并且为与 STEM 教育的结合提供了新的思路和方法。未来，我们将尝试无人机

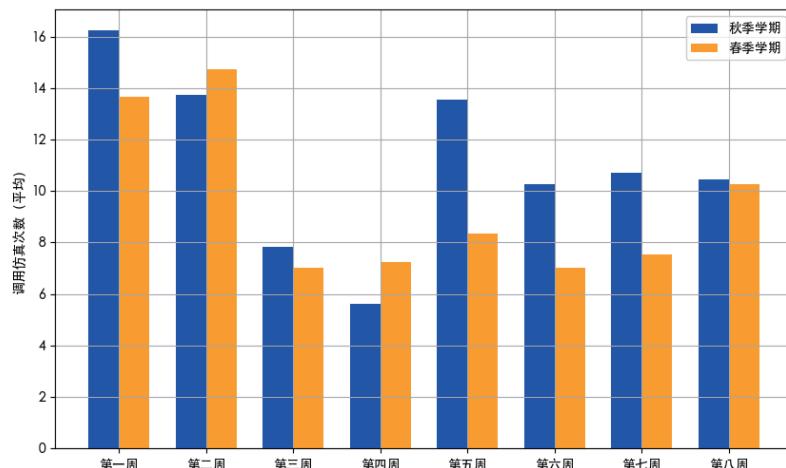


图8 调用仿真次数统计

仿真与积木块编程的结合，将教学规模扩大至中小学阶段；尝试利用人工智能大模型进一步地实

现智能辅导、自动评分、个性化反馈等功能，探索更多能够提升 Python 教学效果的方法及策略。

参考文献：

- [1] 嵩天, 黄天羽, 礼欣. 面向计算生态的Python语言入门课程教学方案[J]. 计算机教育, 2017(8): 7-12.
- [2] Lvov M, Kruglyk V. Teaching algorithmization and programming using Python language[J]. Journal of Information Technologies in Education (ITE), 2014 (20): 13-23.
- [3] 嵩天, 黄天羽. Python语言程序设计教学案例新思维[J]. 计算机教育, 2017(12): 11-14, 19.
- [4] 易发胜, 李立, 赵丽琴. 新工科背景下Python程序设计课程教学方法研究[J]. 计算机教育, 2021(7): 148-151, 156.
- [5] Espinola J, Ignacio J E D, Lacaden J P L, et al. Virtual simulations for drone education of senior high school students[J]. International Journal of Engineering and Advanced Technology, 2019, 8(6): 220-226.
- [6] Li D, Li M. Research advance and application prospect of unmanned aerial vehicle remote sensing system[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2014, 39(5): 505-513.
- [7] Finn R L, Wright D. Privacy, data protection and ethics for civil drone practice: A survey of industry, regulators and civil society organisations[J]. Computer Law & Security Review, 2016, 32(4): 577-586.
- [8] Dipanwita B, Souvik B, Mrinmoy N. The impact of artificial intelligence in educational system[J]. International Journal of Scientific Research in Science and Technology, 2024, 11(4): 419-427.
- [9] Liu R, Shi C. Exploring different types of interaction on collaborative learning in online platforms[J]. International Journal of Innovation and Learning, 2018, 23(4): 386-399.

(编辑：王芳)

Exploration of Python teaching for unmanned aerial vehicle simulation driven by large models

Ning Yao¹, Xinxi Lu¹, Qing Sun², and Ziyao Han¹

(1. School of Software, Beihang University, Beijing 100191, China;
2. School of Computer Science, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: In response to the limitations of traditional programming teaching, such as outdated teaching methods and lack of interest, this paper proposes a teaching approach for Python programming driven by large models for unmanned aerial vehicle (UAV) simulation. It introduces the platform design process and explains how to utilize the interactive learning environment provided by the platform to guide students in programming practice through solving UAV control problems. Finally, the teaching effect is described.

Key words: Python; large language model; unmanned aerial vehicle (UAV); programming design