

面向农业应用场景的《Python程序设计基础》课程知识图谱体系构建

刘 茵, 万春旭, 李佳宾, 李 荣, 解 菁*

北京农业职业学院智慧农业工程学院, 北京

收稿日期: 2025年7月14日; 录用日期: 2025年8月8日; 发布日期: 2025年8月19日

摘 要

为解决农业院校《Python程序设计基础》课程中存在的知识点抽象孤立、学习动机不足及资源分散低效等问题, 本文构建了一套深度融合农业应用场景的课程知识图谱体系。基于超星平台, 围绕“Python语法主线 + 农业场景融合”双层目标, 系统完成了知识图谱建设的全流程实践。通过将Python基础语法与传感器数据处理、智能灌溉决策、农产品库存管理等真实农业案例精准映射, 形成结构化、可导航、可交互的知识网络。教学实证表明, 该图谱显著提升了学生的学习兴趣与知识迁移能力, 并大幅提高了资源查找效率, 为农业信息类课程教学提供了系统化、可持续迭代的结构化支撑。

关键词

知识图谱, Python程序设计, 农业应用场景, 体系构建

Construction of a Knowledge Graph System for the *Python Programming Fundamentals* Course Oriented to Agricultural Application Scenarios

Yin Liu, Chunxu Wan, Jiabin Li, Rong Li, Jing Xie*

College of Smart Agriculture Engineering, Beijing Vocational College of Agriculture, Beijing

Received: Jul. 14th, 2025; accepted: Aug. 8th, 2025; published: Aug. 19th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 刘茵, 万春旭, 李佳宾, 李荣, 解菁. 面向农业应用场景的《Python 程序设计基础》课程知识图谱体系构建[J]. 职业教育发展, 2025, 14(8): 184-190. DOI: 10.12677/ve.2025.148368

Abstract

To address issues such as abstract and isolated knowledge points, insufficient learning motivation, and scattered and inefficient resources in the course *Python Programming Fundamentals* in agricultural colleges, this paper constructs a knowledge graph system deeply integrated with agricultural application scenarios. Based on the ChaoXing platform, centering on the dual goals of “Python Syntax Main Line + Agricultural Scenario integration”, the whole process practice in knowledge graph construction is systematically completed. By accurately mapping Python basic syntax with real agricultural cases such as sensor data processing, intelligent irrigation decision-making, and agricultural product inventory management, a structured, navigable, and interactive knowledge network is formed. Teaching empirical results show that this knowledge graph significantly improves students’ learning interest and knowledge transfer ability, and greatly enhances the efficiency of resource retrieval, providing systematic and sustainably iterable structural support for the teaching of agricultural information-related courses.

Keywords

Knowledge Graph, Python Programming, Agricultural Application Scenarios, System Construction

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

《Python 程序设计基础》课程在农业院校/涉农专业中普遍开设，甚至定为专业核心课程，然而其教学普遍面临如下问题：知识点抽象孤立，学生难以理解基础语法、数据结构等与实际农业问题的联系；学习动机不足，缺乏与专业背景结合的应用案例，学生兴趣不高；资源分散低效，教学资源(案例、习题、文献)与知识点关联性弱，查找利用效率低；个性化学习缺失，难以根据学生专业背景和兴趣提供差异化学习路径[1]-[3]。

知识图谱作为一种结构化的语义知识库，能够将复杂的知识体系以图的形式表示，便于理解和应用。在教育领域，知识图谱可以用于课程内容的组织、教学资源的推荐以及学习路径的规划[4]-[6]。当前，将知识图谱技术深度融入农业领域编程课程教学，特别是实现抽象语法与具体农业场景精准映射的系统化研究与实践相对缺乏。

本文设计并构建一个深度融合农业应用场景的《Python 程序设计基础》课程知识图谱体系。基于超星平台，完成需求分析、数据收集、知识建模、关系构建、可视化与交互、评估与迭代等全流程建设。

2. 知识图谱构建流程

知识图谱的构建是一个系统化的过程，通常有自上而下和自下而上两种构建方法[7]-[9]，本文选用自下而上的构建方法，构建流程主要包括以下几个步骤：

(1) 需求分析与目标定义：明确图谱的核心目的、界定其覆盖范围与核心用户群体，并设定知识粒度的层级，确保后续所有工作紧密围绕实际应用场景和可衡量的目标展开。

(2) 数据收集与预处理：通过爬虫、API (Application Program Interface)接口与人工采集整合多源异构

数据(结构化数据/半结构化数据/非结构化数据), 执行字段清洗、格式转换与术语标准化, 生成结构化数据集。

(3) 知识建模与本体设计: 采用“规则匹配 + 专家审核”为主、自然语言处理 NLP (Natural Language Processing) 技术为辅的方式, 从预处理数据中识别并提取核心知识实体, 设计课程专属的本体框架定义实体层级、关系类型及属性约束, 优先复用行业标准模板, 确保知识表示的规范性与可扩展性。

(4) 关系构建与属性标注: 建立实体间多维语义关联(前置/后置/跨域链接), 添加认知维度标签(布鲁姆分类)、知识类型标签(程序性/概念性)及管理属性标签(重点/难点), 支撑精细化知识管理。

(5) 知识存储与管理: 选择合适的图数据库(如 Neo4j)或三元组存储系统, 设计高效的数据模型和索引策略, 将结构化后的知识图谱数据持久化存储; 建立版本控制、权限管理和增量更新机制, 确保图谱数据的稳定性、安全性和可持续维护。

(6) 可视化与交互展示: 利用图可视化工具(如 D3.js、Gephi)将复杂的知识网络直观呈现, 支持用户进行交互式探索(如缩放、高亮路径、节点详情查看)。

(7) 应用评估与动态更新: 通过多维度指标(如实体/关系准确性、核心覆盖率、用户满意度)对图谱及其应用效果进行全面评估; 基于评估结果、课程内容更新和用户反馈, 建立闭环机制, 持续对图谱本体、实体关系、属性及关联应用进行修正、扩充和版本迭代, 确保其长期有效性和生命力。

3. 课程知识图谱构建步骤实践

基于上述的系统化知识图谱构建流程, 本节将具体阐述基于超星平台面向农业应用场景的《Python 程序设计基础》课程知识图谱的构建实践。

3.1. 需求分析与目标定义

本课程的知识图谱建设首先明确“一条主线、两层目标”。“主线”即 Python 程序设计基础本身, 涵盖环境搭建、基础语法、数据类型、控制结构、数据结构、函数与模块、文件操作、异常处理等知识模块, 保证学习者获得系统化的编程能力。“两层目标”则体现在: 第一层, 图谱需完整映射 Python 语法体系的内在逻辑顺序, 确保任何新知识点都能在图上找到其前驱与后继, 形成可导航的学习路径; 第二层, 为每个语法节点匹配高度贴切的农业场景案例, 使抽象语法立刻转化为可运行的“传感器数据处理”、“农产品库存管理”, 从而回答“为什么学”以及“学了能做什么”。通过这两层目标的锁定, 知识图谱既要成为课程开发者(教师)编排教学顺序的“施工图”, 也要成为学习者(学生)检索与迁移的“应用索引”, 而农业情境仅作为案例层存在, 不干扰 Python 语法本身的层级结构。

3.2. 数据收集与预处理

在数据获取阶段, 采用定向爬虫与人工核验相结合的策略, 系统抓取官方文档、权威教材课程资源及学生测评结果, 形成覆盖全部语法点的原始语料库; 同时, 从公开气象数据集、开源农业竞赛库、企业案例、农业教学共享资源以及农业信息学相关科研论文中遴选真实农业案例, 作为语法知识的情境载体。随后进入预处理环节, 首先利用正则表达式与轻量级脚本对两类数据进行格式统一、缺失值剔除及字段对齐, 再借助农业领域词典对术语进行标准化处理, 最终生成结构清晰、语义一致的高质量数据集, 为后续知识图谱构建奠定可靠的数据基础。

3.3. 知识建模与本体设计

本文以超星平台提供的“知识体系构建导入模板.xlsx”为建模框架如图 1。模板限定 A-G 列承载七

级知识点层级，H-J 列用于声明前置、后置及关联关系，确保所有节点在超星知识图谱中的依赖与跳转逻辑与模板规范完全一致。本课程知识图谱规定一级至四级节点依次映射“Python 程序设计基础”的整体领域、章节、语法主题与具体概念；农业应用场景规定为五级节点；对应的实际案例则落位六级节点。

使用说明:
1. A列至G列对应知识点的层级关系, 区间内每行只能填写一个知识点
2. H列至J列填写对应知识点的前置、后置和关联知识点, 多个知识点之间用英文分号“;”隔开
3. 任意两个知识点之间只能存在一种关系(前置、后置或关联), 新导入的关系将覆盖旧关系, 关系设置总数上限为2000个
4. 固定标签包括: 重点、难点、考点、课程思政, 可根据需要自定义标签, 多个标签之间用英文分号“;”隔开
5. 认知维度包括: 记忆、理解、应用、分析、评价、创造, 每个知识点只能填入一个认知维度
6. 知识点分类包括: 事实性、概念性、程序性、元认知, 每个知识点只能填入一个分类
7. 知识点说明仅支持输入文本, 暂不支持图片、公式等
8. 请不要删除此行, 也不要删除模板中的任何列

一级知识点	二级知识点	三级知识点	四级知识点	五级知识点	六级知识点	七级知识点	前置知识点	后置知识点	关联知识点	标签	认知维度	分类
标签名1	标签名1.1	标签名1.1.1										
		标签名1.1.2					标签名1.1.1	标签名1.1.3;标签名2		考点;难点	记忆	事实性
	标签名1.2	标签名1.1.3										
		标签名1.2.1										
标签名2												

Figure 1. Import template for the construction of Chaoxing knowledge system
图 1. 超星知识体系构建导入模板

经系统梳理，本课程共分解为 1 个一级知识点(Python 程序设计基础)、8 个二级知识点(对应九大教学模块)、73 个三级知识点(语法主题层)与 150 多个四级知识点(具体概念层)。以两个知识点为例，列出本体映射如表 1 所示。

Table 1. Construction of a six-level course knowledge system (taking two knowledge points as examples)
表 1. 课程六级知识体系构建(两个知识点为例)

一级知识点	二级知识点	三级知识点	四级知识点	五级知识点	六级知识点
Python 程序设计基础					
	数据类型				
		数值类型			
			int		
				农产品库存管理	
					统计苹果箱数 int
	流程控制				
		循环语句			
			while 循环		
				传感器数据处理	
					每 5 秒读取土壤湿度

3.4. 关系构建与属性标注

在知识层级构建完成之后，就可以设置知识点之间的关系，包括前置、后置和关联知识点。在属性定义和标注时，以布鲁姆分类理论为基础，将上述知识图谱的本体属性划分为不同层次的认知目标。按照认知目标层次划分为记忆、理解、应用、分析、评价和创造六个层级。并对知识分类按照事实性、概念性、程序性和元认知这四个维度进行标注。固定标签分为四种，具体为重点、难点、考点和课程思政。本文对该课程的 156 个知识点均进行了标注，部分标注结果如下表 2：

Table 2. Examples of knowledge point relationship construction and attribute annotation (part)
表 2. 知识点关系构建与属性标注示例(部分)

四级知识点	前置知识点	后置知识点	关联知识点	标签	认知维度	分类
int 与 float	基本语法	运算符	类型转换	难点	理解	概念性
加减乘除	数值类型	表达式	内置函数	考点	应用	程序性
if-else	关系运算	循环结构	布尔类型	重点	应用	程序性
for 循环	条件语句	列表推导式	range 函数	难点	应用	程序性
列表切片	for 循环	列表方法	字符串切片	考点	应用	程序性
键值对存储	列表切片	JSON 文件	模块导入	重点	理解	程序性
split/join	基本输入输出	正则表达式	文件读写	考点	应用	程序性
def 语句	表达式	参数与返回值	列表	重点	创造	程序性
open/with	字符串处理	CSV 模块	异常处理	难点	应用	程序性
捕获异常	文件读写	日志记录	调试技巧	考点	分析	程序性

3.5. 知识存储与管理

完成知识建模、关系构建与属性标注后，将结构化的知识体系(包含知识点实体、层级关系、关联关系及属性标签)导入超星平台的后端数据库系统进行存储。平台利用其内置的图数据管理模块，高效存储节点(知识点)和边(关系)，为后续的可视化展示和智能查询提供底层数据支撑。这种存储方式确保了知识间复杂关系的快速检索与动态更新能力。

3.6. 可视化与交互展示

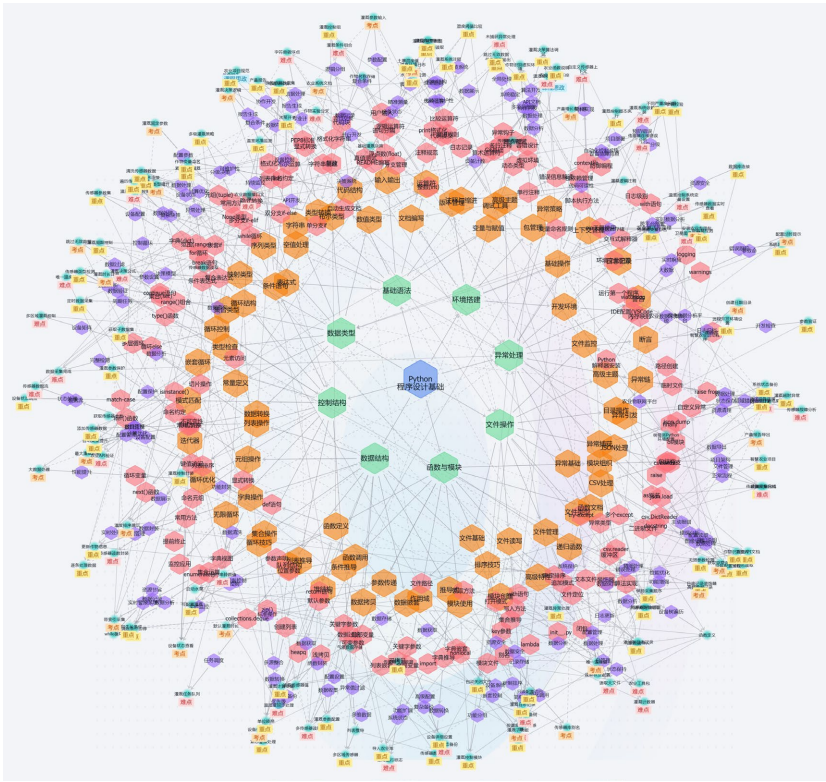


Figure 2. The global graph of the knowledge graph
图 2. 知识图谱全局图

将知识体系构建完成后的模板表格导入到超星平台中。通过平台所提供的处理算法,将每个独立的知识点进行关联,并进行可视化显示,本课程建立的知识图谱全局图如图 2。

在学生端,学生登录超星平台之后,在本课程页面内点击知识图谱选项卡之后,点击图谱模式即可看到所构建出的知识图谱。

3.7. 应用评估与动态更新

知识图谱构建完成后,即可投入实际教学应用并持续评估其效果。在教学过程中,通过平台数据(如知识点访问频次、学习路径记录、资源点击率)和师生反馈(问卷调查、访谈)等方式,评估图谱的易用性、对学习动机的激发作用、对知识理解与迁移能力的提升效果以及对资源查找效率的改善程度。

当课程相关的前沿知识产生,最新的政策文件等出现,教师可以通过知识图谱直接添加相关资源,进而使图谱与时俱进。当学生在实践过程中产生新知识等资源时,或者对于图谱的建构有较好的建议时,可以通过向教师申请的方式,在教师审核之后,进行新知识资源或知识节点的添加,实现师生共建图谱的效果,融合教学过程中的教学,学习等经验,促使知识图谱迭代更新,进而更好地为课程的建设服务。

4. 实践验证

为评估本文所构建的知识图谱体系的实际效果,选取某学院开设《Python 程序设计基础》课程的 2 个教学班进行了教学实践。其中, A 班级(实验组)采用融入知识图谱的教学模式, B 班级(对照组)采用传统教学模式。

经过一个学期的教学实践,通过对比分析发现:

(1) 学习效果提升:实验组学生的期末平均成绩较对照组显著提高($P < 0.05$),尤其在涉及知识迁移和解决实际农业问题的编程题上,得分优势更为明显。问卷调查显示,实验组超过 90%的学生认为知识图谱帮助其更清晰地理解了知识点间的逻辑关系。

(2) 学习动机增强:实验组学生在课堂参与度、课后练习完成率及主动探索农业案例方面均优于对照组。访谈中,学生普遍反映农业场景案例使其认识到 Python 在专业领域的应用价值,激发了学习兴趣。

(3) 资源利用效率提高:平台数据显示,实验组学生查找相关教学资源(如案例代码、习题解析)的平均耗时较对照组缩短约 30%。学生反馈通过知识图谱节点关联的资源链接,能够快速定位所需学习材料。

(4) 教师评价积极:授课教师认为知识图谱为课程内容组织提供了清晰的框架,便于把握教学重点难点,同时农业案例的嵌入丰富了教学素材,使教学更具针对性。

实践验证结果表明,深度融合农业应用场景的 Python 课程知识图谱体系,在提升学生学习效果、增强学习动机、提高资源利用效率等方面具有显著优势,得到了师生的广泛认可。

5. 结论

本文构建了一个面向农业应用场景的《Python 程序设计基础》课程知识图谱体系,通过系统化的构建流程,实现了课程知识的结构化、农业场景的深度融合以及教学资源的语义化组织。实践验证表明,该知识图谱显著提升了学生的学习动机和编程迁移能力,提高了资源查找效率,并得到了教师的高度认可。然而,当前研究仍存在不足,如知识图谱粒度较粗、个性化推荐算法尚待深入以及跨课程图谱融合不足等问题。未来研究将致力于细粒度扩展、AI 驱动的个性化学习以及跨课程图谱融合,以进一步提升知识图谱的实用性和长期价值,并推动农业信息类课程教学资源的智能化与生态化发展。

基金项目

北京市 2024 年度数字教育研究课题专项课题, 课题名称《人工智能在物联网应用技术专业教学中的应用研究》, 课题编号: BDEC2024ZX067; 北京农业职业学院 2025 年度校级教育教学改革研究项目一般课题, 课题名称《生成式 AI 在涉农院校职业教育中的创新应用研究——以北京农业职业学院大数据技术专业为例》, 课题编号: NZJGAI202523。

参考文献

- [1] 程芳, 杨捧, 王福顺. 新农科背景下农林院校 Python 程序设计课程教学模式探索——评《新农科人才培养理论与实践》[J]. 林业经济, 2023, 45(8): 98.
- [2] 刘立群, 王联国, 韩俊英, 等. 论高等农业院校之程序设计类实践人才培养模式——以甘肃农业大学为例[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2015, 31(14): 265-267.
- [3] 张爱国. 高等农业院校高级语言程序设计课程改革与实践[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2013, 15(4): 461-463.
- [4] 钟卓, 唐烨伟, 钟绍春, 等. 人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究[J]. 电化教育研究, 2020, 41(4): 62-70.
- [5] 范佳荣, 钟绍春. 学科知识图谱研究: 由知识学习走向思维发展[J]. 电化教育研究, 2022, 43(1): 32-38.
- [6] 刘晓玲, 王炜. 基于知识图谱的课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2024(1): 7-11.
- [7] Huang, X., Zhang, J.Y., Li, D.C. and Li, P. (2019) Knowledge Graph Embedding Based Question Answering. *Proceedings of the Twelfth ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, Melbourne, 11-15 February 2019, 105-113. <https://doi.org/10.1145/3289600.3290956>
- [8] Han, K., Wang, Y.H., Tian, Q., Guo, J.Y., Xu, C.J. and Xu, C. (2020) GhostNet: More Features from Cheap Operations. 2020 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Seattle, 13-19 June 2020, 1577-1586. <https://doi.org/10.1109/cvpr42600.2020.00165>
- [9] 杨玉基, 许斌, 胡家威, 等. 一种准确而高效的领域知识图谱构建方法[J]. 软件学报, 2018, 29(10): 2931-2947.