

类Visualgo图遍历互动式可视化学习软件的设计与实现

软件2101班：谭妙言 指导教师：杨怀洲 论文类型：毕业设计

摘要：图遍历算法是图数据结构的基础与核心，广泛应用于计算机科学、人工智能以及网络通信等领域。但因图的本身概念的抽象性以及结构的多样性，使得初学者在学习期间往往难以形成直观的理解。图遍历算法可视化软件针对该难点，结合动态的图示与用户交互操作降低了算法理解的门槛。

本文对现存的算法可视化系统进行了深入的调研以及分析，总结目前现有系统的优点以及缺点，完成了初步的功能需求分析。随后采用软件工程的方法论，依次经过需求分析、概要设计、详细设计以及系统实现与测试，最终实现了DFS以及BFS的可视化演示，支持用户动态编辑图结构、调整遍历速度、单步执行及演示回放等功能。

本文需求经过深入的调研以及分析，系统基于NextJs前端框架开发，界面美观规范，为后续算法可视化平台的设计与开发提供了参考范式。

关键词：图；可视化；NextJs；深度优先遍历；广度优先遍历

1 研究背景

图是一种用于表达复杂关系的重要数据结构，广泛应用于社交网络、路径规划、计算机网络、搜索引擎和人工智能等多个领域。掌握图的基本概念及遍历算法（如DFS、BFS、Dijkstra和A*）对计算机相关专业的学习者和开发者尤为关键。然而由于图结构抽象性强，传统教学方式难以清晰展示其存储和遍历过程，给初学者带来较大理解障碍。因此亟需借助图算法可视化平台辅助教学。调研表明，相比静态教材或视频，交互式学习软件更能激发学习兴趣。在一个设计良好的交互式学习软件中用户可自主构建图结构、调整节点与边，并实时观察算法执行过程，从而提升动手能力与问题解决能力，将学习过程由被动接受转变为主动探索。

虽然目前市面上存在大量的算法可视化系统，例如Visualgo、Graph Online、Algorithm Visualizer等，但他们大多都缺乏足够的交互性，或者是缺乏多语言支持，这些局限性导致难以满足不同用户个性化的学习需求。所以针对以上局限性，本文的目标就是设计并实现一个更具交互性的可视化学习软件，为用户提供更灵活的交互体验，帮助用户更好的认识和理解图遍历算法的过程。

2 发展现状

目前国外常见的算法可视化平台包括VisuAlgo、PathFinding.js、Algorithm Visualizer和Data Structure Visualizations。其中VisuAlgo以动画方式展示多类算法并提供在线测试，但仅有伪代码，对初学者不够友好；PathFinding.js专注路径搜索算

法，但交互简单且仅支持英文；Algorithm Visualizer 支持多语言编程和算法演示，功能强大但对编程基础要求较高；Data Structure Visualizations 覆盖基础到高级算法，兼容性好但交互较弱。

图码（Totuma）是一个专注于数据结构与算法可视化的国内平台，支持排序、查找、图遍历、树结构等多种算法，是调研平台中支持算法最全面的系统。其优势在于将学习与考试结合，实现学练一体化，提升学习效果。但不足之处在于大部分内容需付费使用，限制了用户的免费访问。

3 系统需求分析

从功能上来看，该系统主要可以分为用户管理、算法可视化以及数据持久化三个方面的需求。在用户管理中，用户能够进行注册、通过邮箱密码或者第三方应用登录；算法可视化中，用户可以在画布上对图进行编辑，包括节点的增加、删除、节点值修改、有向/无向边的添加与删除，也可以对代码进行编辑与执行。除此之外，也可以对算法的遍历过程进行控制，进行修改遍历速度、单步执行以及暂停；在数据持久化需求中，用户可以将完成的代码片段进行保存与管理，便于下次登录时继续使用。例如，算法可视化用例分析如图3.1所示。

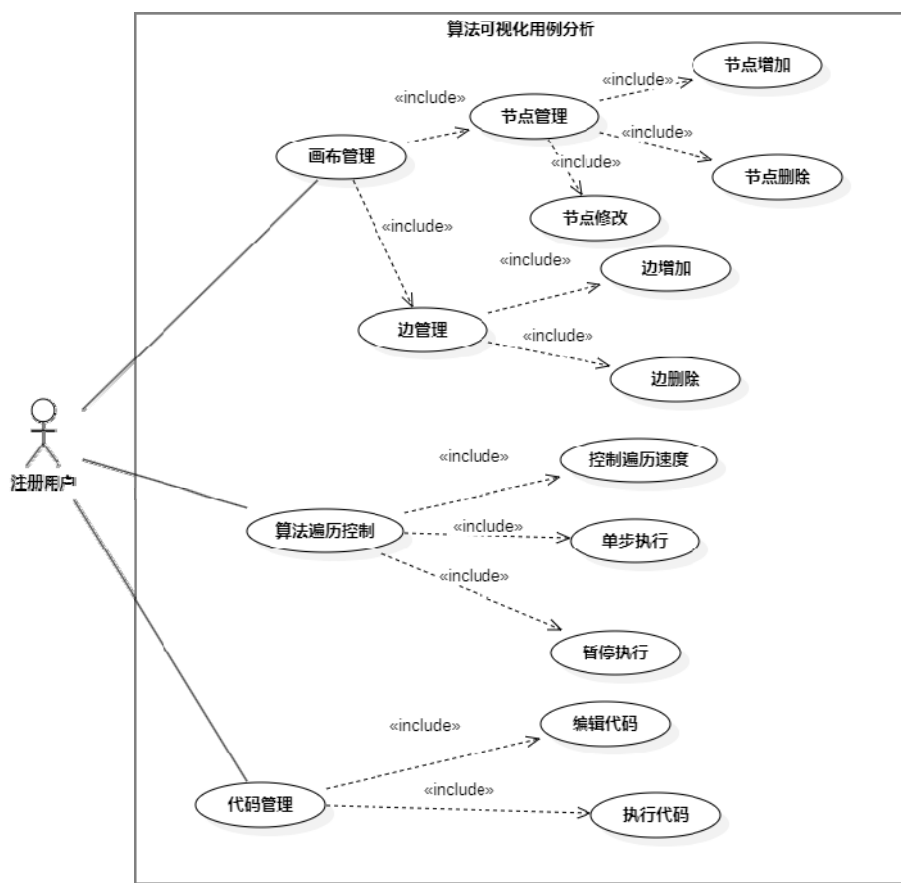


图 3.1 算法可视化用例分析

4 系统设计

4.1 技术架构设计

本系统主要采用B/S架构，用户通过浏览器（Browser）访问服务器端（Server）提供的应用程序。本系统采用NextJS全栈开发，TailwindCSS实现样式，自实现Canvas渲染引擎，NextAuth权限认证，Prisma作为ORM，采用PostgreSQL数据库，Vercel部署。

4.2 总体功能架构设计

本系统在总体上可以分为三个功能模块，第一是Canvas渲染引擎模块，该功能模块负责画布的管理，包括增删节点、增删边、节点/边的拖拽、节点的赋值以及最终算法可视化的展示，该模块为系统的核心模块；第二个功能模块就是代码执行器，负责接收Canvas中节点/边的信息以及用户编辑完成的代码，对这些数据进行解析分析，最终生成解析结果为Canvas渲染引擎运用进行可视化展示；最后一个功能模块就是用户管理模块，该模块主要负责用户登录登出、以及第三方OAuth认证，为系统的安全性进行保障。总体功能架构图如图4.2所示。

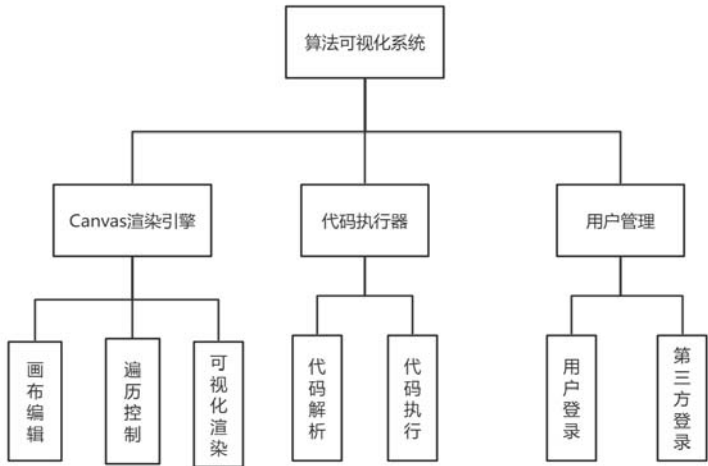


图 4.1 总体功能架构图

4.3 数据库表结构设计

系统总体可分为七张表，其中Account、Session、User以及VerificationToken为NextAuth配置第三方登录所需要创建的表，其他表都与系统功能直接相关。表4-1展示了所有表的简要说明。

表 4-1 表目录

序号	表名	中文名称	主键	备注
1	Account	账户表	Id	第三方用户信息
2	Session	会话表	Id	记录登录会话状态
3	User	用户表	Id	本系统用户信息
4	VerificationToken	令牌表	Identifier	第三方验证所需

5	Algorithm	算法表	Id	存储用户编辑代码
6	PlayGround	画布表	Id	存储用户画布信息
7	Preset	预设表	Id	存储系统预设

5 系统实现

系统的核心界面是算法可视化界面，该页面包括算法可视化流程的控制、用户代码的编辑以及画布的编辑。左上角算法流程控制区域包括播放速度控制、清空画布控件、返回上一步操作、返回下一步操作，以及添加无向边、添加有向边、添加节点和选择预设控件，用户可以操作以上控件对算法可视化流程进行控制。具体的系统可视化界面如图5.1所示。

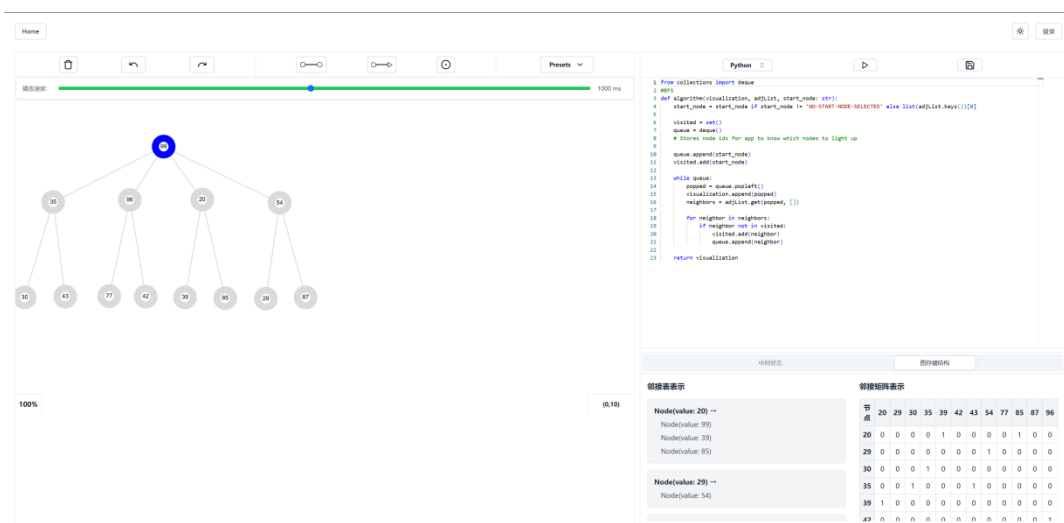


图 5.1 算法可视化界面

6 总结

本文整体采用软件工程方法对系统进行设计与开发，涵盖了从需求分析到系统测试的完整流程。具体包括功能性与非功能性需求分析、数据流图与数据建模；在系统概要设计阶段完成了体系结构设计、原型设计以及数据库表结构设计；在详细设计阶段对各模块进行了功能与流程设计；随后完成系统实现，并最终进行了全面系统测试。测试结果表明，系统功能稳定、运行正常，能够满足设计目标与预期要求。

但是除此之外，系统仍然存在一些不足之处，例如系统目前算法可视化只支持深度优先遍历以及广度优先遍历，像拓扑排序、A*等算法还未支持；并且代码运行也支持Python，常见的Java、C++也未支持。

综上所述，该系统满足用户需求，可为图算法教学提供有效的工具支持。