

题目 1：线性与树形数据结构的可视化模拟器

【问题描述】

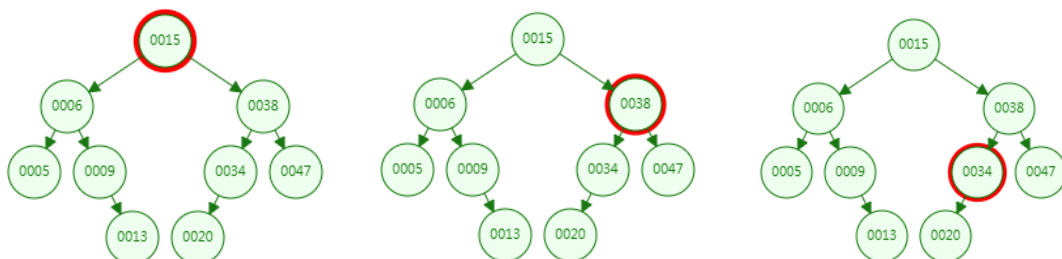
数据结构与算法是构建复杂程序的基石，线性结构（如线性表、栈与队列）和树形结构（如多叉树、AVL 树）是其中核心、基础的内容。然而，这些结构的内在变化逻辑（如链表指针的移动、树结构的旋转和平衡）抽象而复杂。通过展现数据结构与相应算法中动态的可视化过程，可以深入理解不同数据结构的特点与特性。开发一个线性与树形结构算法的可视化模拟器，在深入理解数据结构与算法原理基础上，通过对不同数据结构（线性表、栈、二叉树等）和算法过程（如：线性结构及其操作方法、二叉树结构及其操作方法等）的动态可视化展示，实现具体的过程演示，深入理解算法。

本题目不仅是一个模拟器，也可以设计一个主动的编程学习伙伴。随着大语言模型（LLM）的出现，为交互式学习提供了新的范式。LLM 能够理解自然语言表达意图并生成对应结果，为学习者提供一对一的、即时的反馈。通过将 LLM 的智能与传统算法可视化相结合，构建一个能够理解学习者意图并进行动画演示的智能学习系统，综合运用数据结构、算法、人机交互和 AI 编程知识，实现智能交互、辅助数据结构与算法的学习。

【基本要求】

通过人机界面，能够手工、指令或编程（可以设计自己的 DSL）绘制包括但不限于以下的数据结构的构建与算法执行的动态过程：

- 1、线性结构的绘制及其相关操作可视化展示，不能只提供控制台（文字界面）展示
 - a) 线性表：顺序表和链表的构建、插入、删除操作
 - b) 栈：顺序栈相关构建，以及入栈与出栈操作
- 2、树形结构绘制及其相关操作可视化展示，不能只提供控制台（文字界面）展示
 - a) 二叉树的链式存储结构构建
 - b) 二叉搜索树（BST）构建、查找（如下图所示，仅供参考）与删除操作



c) 哈夫曼树的构建过程

3、保证良好布局展示数据结构完整信息

【扩展要求】

- 1、能够将绘制好的数据结构进行保存，并支持再次打开和重新编辑
- 2、支持平衡二叉树（AVL 树）构建过程展示
- 3、通过程序代码方式实现数据结构的自动化绘制，可参考 Mermaid¹或者 PlantUML²的描述方法，或者自行设计领域专用语言（DSL）实现自动化绘制
- 4、利用 LLM 和用户交互并执行对应操作。例如：用户输入自然语言描述（如：“创建一个包含数据元素[5,3,7,2,4]的二叉搜索树”），能够自动绘制对应的数据结构。可结合扩展要求 3，实现自动化操作所绘制的数据结构
- 5、其他扩展，可由同学自行设计

【实现提示】

- 可视化 GUI 框架的选择：
 - Java 语言 GUI 框架：JavaFX 或 Swing 等
 - Python 语言 GUI 框架：PyQt5 等
 - C++语言 GUI 框架：Qt 等
 - 其他语言的 GUI 框架
- 基本实现中，需保证核心业务处理逻辑和 UI 的分离，如采用 MV/MVC 模式等。
- 通过程序代码方式实现数据结构的绘制中，对于程序代码的解析，需要查阅相关知识，工具包括 Lexer 和 Parser。可以借助现有的开源软件进行实现，如 Clang、Flex+Bison、ANTLR4 等，将自定义程序文本转换内部数据结构，进而实现数据结构的图形绘制。

以上实现所需的工具框架均由同学根据自身需要自行选择，题目不指定必须采用的工具和框架，以及实现的编程语言。

【检查计划】

第一次检查：问题需求理解分析，系统的功能设计，包括：

¹ <https://mermaid.js.org/>

² <https://plantuml.com/zh/>

数据结构设计；

程序结构原型；

第二次检查：使用自带的数据库，演示系统的初步功能实现（代码，测试数据）；

第三次检查：系统最终的全面检查，包括：

文档齐全；

根据测试数据，运行程序；

演示时适当地进行讲解，并且回答教师问题。