



## 用图解决问题

图被广泛应用于模拟真实事件或问题的抽象表示中，并被在成百上千个应用问题中运用。在使用图解决问题时，首先要明确待解决的问题有哪些信息需要用图表示，并明确图中的结点表示什么信息，图中的边表示什么信息；其次才是利用图理论的相关算法对问题的求解。下面表格中描述了某些在运用图进行问题抽象时，图的顶点和边分别代表的不同信息内容：

要描述的问题	顶点表示的意义	边表示的意义
工程中子工程的顺序安排	子工程	有向边表示，弧尾的活动先于弧头的活动
流行病学调查	人	有向边表示，弧头的人被弧尾的人感染
城市内交通网络的流量	交叉路口	有向边表示，并且给每个有向边赋予一定的值，代表所表示方向的流量负担

本次实验的任务：首先要考虑如何用图描述问题，需要确定顶点代表什么，边代表什么，顶点中需要存储什么信息，边是否需要存储什么信息；其次定义针对该问题的图的存储结构和行为实现；最后运用所学的图算法进行问题的求解。

## 背景

Word Ladder（字梯，又称 Doublets）是由 Lewis Carroll 发明的一种文字游戏。一个单词梯形谜题由两个单词开始，要解开谜题，必须找到一个其他单词链来连接这两个单词，其中相邻的两个单词（即连续步骤中的单词）相差一个字母。

Lewis Carroll 说，他在 1877 年的圣诞节发明了这个游戏。Carroll 为 Julia 和 Ethel Arnold 设计了这个文字游戏，Carroll 的日记中第一次提到这个游戏是在 1878 年 3 月 12 日，他最初把这个游戏叫做“单词-连线”，并把它描述为一个双人游戏。Carroll 从 1879 年 3 月 29 日的《名利场》杂志开始，发表了一系列的字梯谜题和解法，他当时称之为“Doublets”。

这个游戏的规则是：玩家会得到一个起始词和一个结束词。为了赢得游戏，玩家必须将开始的单词逐步改变成结束的单词，每一步都要选择一个现有的单词，而被选的这个词与上一步的词之间只有一个字母的差异。例如，下面是用柯林斯拼字游戏中的单词来解决“COLD”和“WARM”之间的单词字梯谜题的七个最短解法：



```
COLD → CORD → CARD → WARD → WARM
COLD → CORD → CORM → WORM → WARM
COLD → CORD → WORD → WARD → WARM
COLD → CORD → WORD → WORM → WARM
COLD → WOLD → WALD → WARD → WARM
COLD → WOLD → WORD → WARD → WARM
COLD → WOLD → WORD → WORM → WARM
```

## 任务 1

建立为实现该游戏的图的抽象描述结构，包括图中顶点的意义以及存储的信息、边的意义以及存储的信息，并给出该图的逻辑示意图。

## 任务 2

在任务 1 的基础上，结合教材中图的抽象数据类型的定义，设计并实现一个为该游戏而使用的具体的 Graph Class。

## 任务 3

该任务中会提供一个所有长度为 5 的单词列表文件 words5.txt，需要针对提供的这个单词列表解决如下问题：

- ① 针对 words5.txt 文件中的单词列表，生成一个 noladder.txt 文件，该文件中记录的单词是无法和其他单词形成字梯的所有单词。
- ② 编写一个具有交互功能的程序，给用户随机抽两个单词（注：这两个单词必须要保证能够有字梯链），接受用户的输入，判断用户的每次输入是否是正确的，直到用户失败或者成功。（如果可能，还可以增加判断用户的成功输入是否是最短的变化链路）