

2022-2023-1 算法与程序设计上机考试（A 卷）

考试时间：2023.2.23 9:00-12:00 共计 3 小时

考试形式：机试、开卷(可带教材+A4 记录信息的纸 1 张，不允许带其他资料)

【请仔细阅读答题说明】

- 1、本试卷第一部分 1-4 题任选 3 题，第二部分 5_1 和 5_2 任选 1 题，共计完成 4 题，每题 25 分。超额完成者，以得分最高的 4 题计分，并根据完成情况获得附加分。附加分最高 10 分(得分较低的两题，每题 5 分)，试卷总分 100 分。
- 2、注意代码可读性、书写格式规范性，格式不规范每题可给予 1-5 分的扣分。
- 3、提交的源程序文件（或文件夹）用“学号 +f 题号”命名，题号与试卷上的题号一致。
例如 61522101 同学试卷第 3 题的答题，程序文件或文件夹名称应为 61522101f3。
- 4、务必在考试结束前预留一定时间将答卷提交到服务器，并检查是否所有答卷均已提交。未来得及上传答卷自行承担损失。

【试题】

第一部分（以下 4 题任选 3 题完成）

1. 编程找出一组 5 个整数中有几对互质的数对。如果没有互质数对，则给出提示。举例：
若一组整数为 {11, 5, 15, 7, 21}，结果为：7 pairs of prime numbers.
若一组整数为 {36, 4, 8, 6, 12}，结果为：No pair of prime numbers.

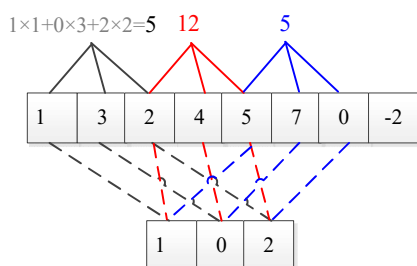
【编程要求】：

- （1）自定义函数，判断两个整数是否互质；
- （2）对 {3, 18, 14, 17, 12} 整数序列进行测试，用数组表示待测试的数据。先输出该组整数，再输出判断结果。

2. 在机器学习领域，卷积的主要功能是在一个特征（或信号）上滑动一个卷积核（即滤波器），卷积核与对应点的特征值相乘求和，得到一组新的特征。编程实现卷积操作及案例数据测试。

【算法说明】

若给定长度 f 为3的卷积核 $[1,0,2]$ ，长度 w 为8的特征 $[1,3,2,4,5,7,0,-2]$ ，滑动步长 s （即每次卷积后滤波器滑动的特征点数）为2，则卷积后的特征信号为 $[5, 12, 5]$ 。卷积过程如下图所示：



卷积过程示意图

其中：新特征的长度： $w_1 = \frac{w-f}{s} + 1$ ，注意表达式中除法为整数相除取整

滑动步长满足： $0 < s \leq f$ ，卷积核长度满足： $1 < f < w$ 。

【编程要求】

本题提供A2.cpp，请在给定的程序框架下，完成如下程序设计要求：

- (1)（10分）在main函数中，完成测试案例所需的数据定义及初始化：

1.1 测试案例所需数据定义：

- 卷积核filter：非动态整型数组存储，初始化为 $[-1,2,0,1]$ ；
- 原始特征信号长度w：常变量，值为20；
- 原始特征信号featuresig：采用非动态整型数组存储；

1.2 利用rand函数，生成原始特征featuresig数据，取值范围： $[-5, 5]$ 。

- (2)（3分）在主函数中，调用自定义函数cnv，实现对案例原始信号featuresig的卷积操作，其中：卷积核为filter，滑动步长为2，获得的新特征存储在动态整型数组cvs_fs中，新特征最大值下标为index；
- (3)（2分）在主函数中完成必要的善后工作；
- (4)（10分）实现卷积函数cnv，函数原型：

`int* cnv(int* fs, int* flt, int fm_w, int fm_f, int fm_s, int& max_index):`

- a) 该函数实现将卷积后的新特征存储在动态数组new_fs中，并将该数组首地址做为函数的返回值；
- b) 找出卷积后的最大特征值的下标，通过形参max_index带回调用函数。

注：查找最大值需要自行编程实现，不可调用vector的函数或其他系统定义的查找函数。

3. 体重指数（BMI）用于衡量人的肥胖状态，其计算方式是：体重除以身高的平方。
BMI的正常范围为[18.5, 23.9]，超出BMI指标上限的属于超重。编程实现对一组样本人群体重指数BMI计算，输出所有超重人员的体态数据指标。

【代码说明】

- (1) **Node**: 单向链表结点类模板；
- (2) **MyLink**: 单向链表类模板；
- (3) **HealthyBF**: 健康体态类。本题测试中将结点类型实例化为HealthyBF的单向链表；
- (4) **OutputOverlimit**: 函数模板，输出单向链表中所有超过上限的结点数据信息；
- (5) 在main函数中，使用一组样本人群体重、身高数据，建立该样本人群的体态信息单向链表，调用函数模板OutputOverlimit，输出所有超重人员的体态数据指标。

【答题要求】

- (1) (22分)本题提供A3.cpp，给出了类的框架和部分代码，请根据代码中的提示，完善程序。
- (2) (3分)问答题：在本题代码设计中，单向链表类MyLink的成员函数OutputLink 和全局函数OutputOverlimit采用了两种不同的链表遍历方法，从算法效率角度，哪种方法更合适？简述理由。

注：问答题的解答在代码最后以注释的方式给出！

4. 社会机构通过样本人群的收入数据量化分析，对个税政策提出建议。应用面向对象的派生和多态特性，根据收入的分布规律，计算税率及起征点。

【代码说明】

(1) **SalaryData** 基类:

数据成员：一组收入的样本数据，样本数据量化分析结果，税率及起征点；

主要成员函数：

➤ **void** CalMeanMedianSalary(): 计算样本数据平均值 和 中位数;

➤ 虚函数 **void** CalTaxRate(): 设置税率起点为中位数，税率为 5%;

(2) **NewTaxModel** 类: 从 SalaryData 公有派生，税率及起征点由**新税率规则**确定

➤ **void** CalTaxRate(): 根据**新税率规则**，设置税率及起征点。

(3) **Calfun** 为全局函数: 利用外部数据初始化类对象，运用多态技术计算税率，并输出样本数据及量化分析、税率计算结果。

(4) **main** 函数对两个城市的样本收入数据进行量化分析和税率计算，并输出结果。

(5) 名称解释

➤ **量化分析**: 本题主要指求平均数 和 中位数。

➤ **中位数**: 指数据排序后处于序列中心的数字。例如，5 个统计数字（奇数），收入的中位数为序列的从 1 开始的第 3 个数字，10 个统计数字（偶数），收入中位数为序列的第 5 个和第 6 个数字的平均值。

➤ **新税率规则**: 若 $\{a_0, a_1, \dots, a_{k-1}, \dots, a_{n-1}\}$ 为一组收入数据，按降序排列，其中 n 为样本数据个数， $k = 0.2 * n$ 。若样本收入数据满足“二八”定律（即前 20% 人的收入 $\sum_{i=0}^{k-1} a_i$ 超过了总收入 $\sum_{i=0}^{n-1} a_i$ 的 80%），设定税率的起点为收入排序 20% 的人的收入值 a_{k-1} ，税率为 40%。否则，税率起点为中位数，税率为 5%。

【答题要求】

- (1) (22分)本题提供A4.cpp，给出了类的框架和部分代码，请根据代码中的提示，完善程序，实现两个城市样本人群收入量化分析及税率计算。

- (2) (3分)问答题: 在本题的类框架设计中，将基类SalaryData的A行代码

“**protected:**” 删除，将会产生什么问题？简述解决方案。

注：问答题的解答在代码最后以注释的方式给出！

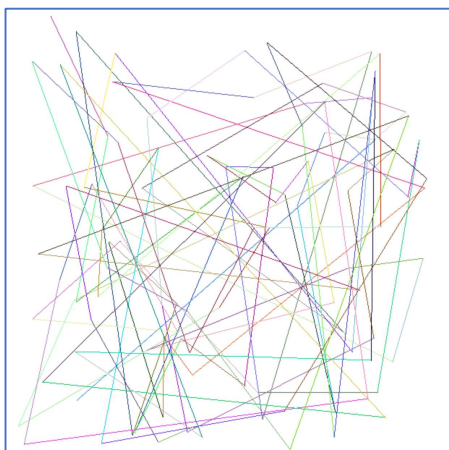
5. 第二部分（请在5_1和5_2题中任选1题完成）

位图图像（bitmap），亦称为点阵图像或栅格图像，是由称作像素的单个点组成的，每一个像素点由其坐标和颜色值（RGB）组成。像素点的不同的排列和染色就构成了各种各样的图样，可以表示包括点、线、面在内的各类几何图像。本题提供代码了 3 个源代码文件，其中：

- a) A5.h: 提供了位图类 Bitmap 的完整定义，以及点类 Point、颜色类 BGR 两个辅助类的定义。该文件是 5_1 题和 5_2 题都需要的头文件。
- b) A5_1.cpp: 5_1 题待完善代码。
- c) A5_2.cpp: 5_2 题待完善代码。

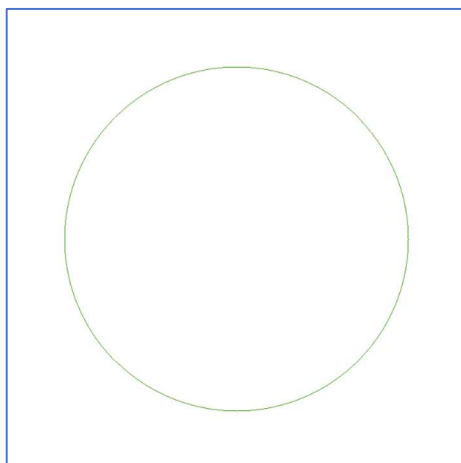
5_1 绘制一幅画笔在画板上进行随机游走的效果图，具体步骤如下：

- （1）创建一个 800*800 的位图对象 Bitmap，作为画板；
- （2）随机生成 100 个平面上的点 Point（即点的 x 和 y 轴坐标均为随机生成），绘制线段把相邻的点依次连接起来，要求每次绘制线段所采用的颜色也是随机产生的；
- （3）完成作图后，将位图对象保存成位图文件，文件名统一设为“A5_1.bmp”，然后到指定目录中找到该位图文件，双击打开图片即可看到如下效果图：



5_2 请在画板上绘制一个圆形，该圆以画板中心点为圆心，半径为 300，绘制步骤如下：

- （1）创建一个 800*800 的位图对象 Bitmap，作为画板；
- （2）以圆心(400, 400)为起点，延顺时针方向每旋转 1 度，绘制一条长度为半径的白色直线，即可得到圆周上的一个点，旋转 360 度后可以得到该圆周上等间隔的 360 个离散点，然后绘制线段把圆周上相邻的离散点连接起来，就绘制出一个圆形图案，要求采用随机颜色绘制该圆；
- （3）完成作图后，将位图对象保存成位图文件，文件名统一设为“A5_2.bmp”，然后到指定目录中找到该位图文件，双击打开图片即可看到如下效果图：



A 【代码说明】

A1 BGR 类表示颜色值，其构造函数说明如下：

BGR(byte b=0,byte g=0, byte r=0);

3 个参数分别代表构成颜色值的三原色分量，每种分量的数值范围是 0-255，其中 b 表示蓝色分量、g 表示绿色分量、r 表示红色分量。例如，默认颜色值 **BGR(0, 0, 0)** 表示黑色。头文件中提供了几种常用颜色的宏名，可以在代码中直接作为颜色值使用。

```
// 定义几种常用颜色的宏
#define RED BGR(0,0,255)
#define GREEN BGR(0,255,0)
#define YELLOW BGR(0, 255, 255)
#define BLUE BGR(255,0,0)
#define GRAY BGR(127,127,127)
#define BLACK BGR(0,0,0)
#define WHITE BGR(255,255,255)
#define ORANGE BGR(0, 140, 255)
```

A2 Point 类 表示平面上的点，其构造函数说明如下：

Point(double x0=0, double y0=0);

2 个参数分别表示点的 x 轴坐标和 y 轴坐标。示例代码：

Point pt1; // 创建 1 个默认坐标为(0,0)的点对象

A3 Bitmap 类 表示位图对象，其主要成员函数说明如下：

A3.1 构造函数 **Bitmap(int newWidth, int newHeight);**

2 个参数分别表示位图的像素宽度和高度，示例代码：

Bitmap bmp(800, 600); // 创建 1 个像素尺寸为 800x600 的空白位图对象

A3.2 绘制直线函数 1 **void DrawLine(Point p1, Point p2, BGR color);**

该函数用于在位图对象上绘制一条从点 p1 到 p2 的直线，直线的颜色值为 color，示例代码：

Point pt1(0,0), pt2(400, 300); // 创建直线的 2 个端点

bmp.DrawLine(pt1,pt2, BGR(0,0,255)); // 在位图对象 bmp 上绘制一条红色的直线

A3.3 绘制直线函数 2: `Point DrawLine(Point p, double d, double l, BGR color);`

该函数用于在位图对象上绘制一条以 p 为起点的直线，该直线与 x 轴的夹角度数为 d ，直线长度为 l ，直线颜色值为 $color$ ，返回值是直线的另一个端点。

以上两种绘制直线函数适用于不同的绘制需求，以绘制一个等边三角形为例：

```
Point pt0(400, 100); // 创建三角形的第 1 个顶点
```

```
// 下面绘制三角形的第一条边，返回三角形的第 2 个顶点
```

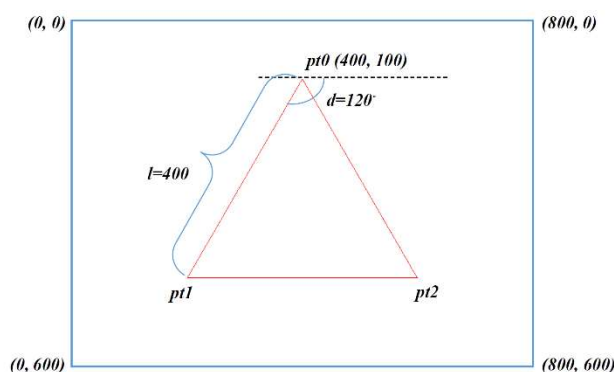
```
Point pt1 = bmp.DrawLine(pt0, 120, 400, RED); // 夹角为 120 度，调用绘制直线函数 2
```

```
// 下面绘制三角形的第二条边，返回三角形的第 3 个顶点
```

```
Point pt2 = bmp.DrawLine(pt1, 0, 400, RED); // 夹角为 0 度，调用绘制直线函数 2
```

```
// 下面绘制三角形的第三条边，已知构成该边的 2 个端点是 pt0 和 pt2
```

```
bmp.DrawLine(pt0, pt2, RED); // 调用绘制直线函数 1
```



A3.4 保存位图函数 `void SaveBitmap(const char* filename);`

将位图对象按照位图文件格式，保存为磁盘中指定路径下的一个位图文件(*.bmp)，参数 `filename` 表示位图文件名。

```
bmp.SaveBitmap("demo.bmp"); // 在项目目录下生成名为 demo.bmp 的位图文件
```

B 【算法说明】

通常，我们绘制一幅位图图像的基本步骤包含以下三个步骤：

步骤一、根据位图图像的像素尺寸要求构造 `Bitmap` 对象；

步骤二、根据绘制目标，多次或反复调用绘制直线函数；

步骤三、保存位图到文件中，然后到指定的磁盘目录查看图片。

C 【答题要求】

将文件 `A5.h` 以及 `A5_x.cpp` 放在同一文件目录下，并将这 2 个文件添加进工程，打开 `A5_x.cpp`，根据题目说明及代码中的提示完善 `A5_x.cpp` 中的代码。

本题要求提交 `A5_x.cpp` 修改后的代码，以及程序运行生成的位图文件 `A5_x.bmp`。