



华东师范大学出版社

给您一个智慧的人生

计算机求解问题基础

大师 名社献精品教材 服务送智慧人生

本章概述



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

本章主要介绍了在利用计算机解决实际问题中常用的算法设计与分析方法，首先介绍了算法的基本概念，算法的常用表示方法，并以几个经典算法（枚举法、递推法、递归法、分治法）为例，详细讨论了算法分析的基本手段；其次，介绍了可视化算法设计软件Raptor的基本使用方法和高级应用。最后对精选案例进行了分析和讲解，并通过综合练习加深对本章知识的理解。



学习目标



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

- (1) 理解编程思维的概念
- (2) 掌握可视化流程图软件Raptor的使用方法
- (3) 程序设计中的基本概念和常用数据结构
- (4) 掌握程序的三种基本结构：顺序结构、分支结构和循环结构
- (5) 了解解决问题的常用算法


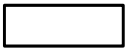
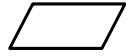
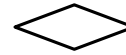



利用计算机求解问题的方法就是算法。

算法一般具有以下特征：

1. 有穷性 (Finiteness)：算法必须能在执行有限个步骤之后终止；
2. 确切性 (Definiteness)：算法的每一步骤必须有确切的定义；
3. 输入项 (Input)：算法有0个或多个输入，以刻画运算对象的初始情况；
4. 输出项 (Output)：算法有一个或多个输出，以反映对输入数据加工后的结果；
5. 可行性 (Effectiveness)：每个计算步骤都可以在有限时间内完成，也称之为有效性。

流程图是对算法逻辑顺序的图形描述，在流程图中常用的描述符号如下：

名称	形状	功能
起止框		表示算法的开始或结束
处理框		表示初始化或运算赋值等操作
输入输出框		表示数据的输入输出操作
判断框		表示根据条件决定程序的流向
流程线		表示流程的方向

同一问题可用不同算法解决，而一个算法的质量优劣将影响到算法乃至程序的效率。算法分析的目的在于选择合适算法和改进算法。一个算法的评价主要从时间复杂度和空间复杂度来考虑。

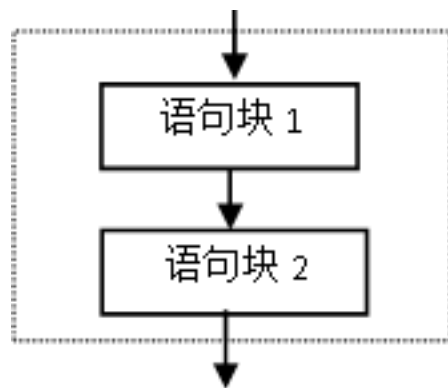
- 时间复杂度：指算法需要消耗的时间资源，一般用算法中操作次数的多少来衡量。算法的时间复杂度是问题规模 n 的函数，一般用 $T(n)$ 表示，当问题的规模 n 趋向无穷大时，时间复杂度 $T(n)$ 的数量级称为算法的渐近时间复杂度。
- 空间复杂度：指算法需要消耗的空间资源，即占用得存储空间的大小，其计算和表示方法与时间复杂度类似，一般都用复杂度的渐近性来表示，同时间复杂度相比，空间复杂度的分析要简单得多。

(1) 顺序结构

顺序结构是一种最简单、最基本的结构，是构成算法框架的基础部分，任何算法都包含顺序结构。

顺序结构的特点就是算法以语句出现的先后顺序从上到下依次控制执行。

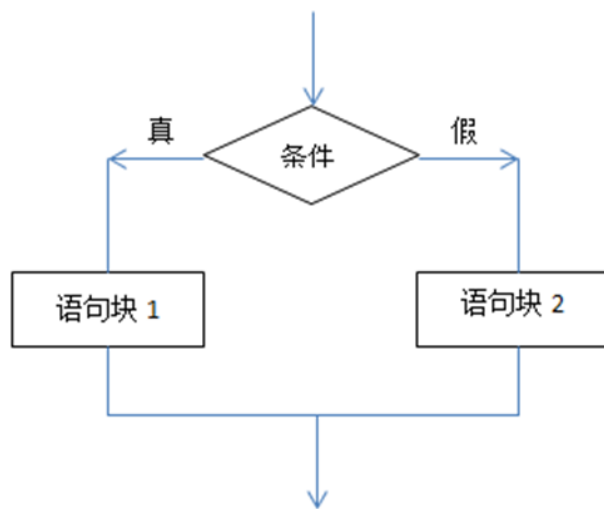
流程先执行语句块1，再执行语句块2。各语句块可以是一条或多条语句，甚至是空语句。



(2) 分支结构

为了解决一个较复杂的实际问题，算法需要根据某些条件做出判断，或是有条件地执行某一语句块，以改变算法的执行流向的一种程序结构称为分支结构。

如果条件成立则执行语句块1，不成立则执行语句块2。



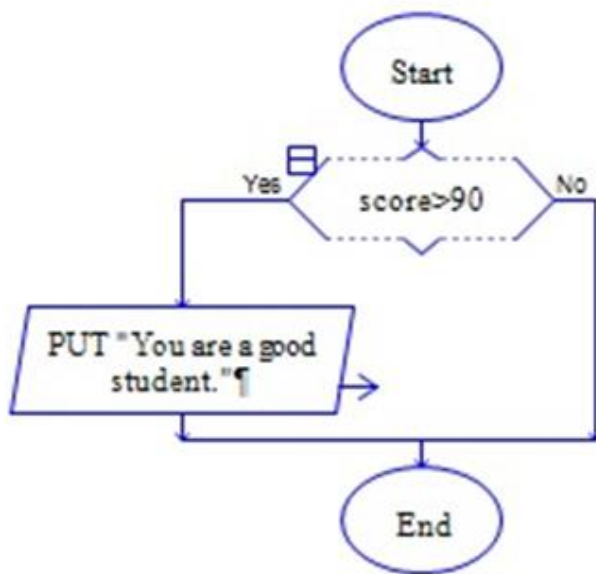
程序设计的三种基本结构



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

(2) 分支结构

【例2.1】如果学生成绩大于90分，则显示“`You are a good student.`”，否则没有显示



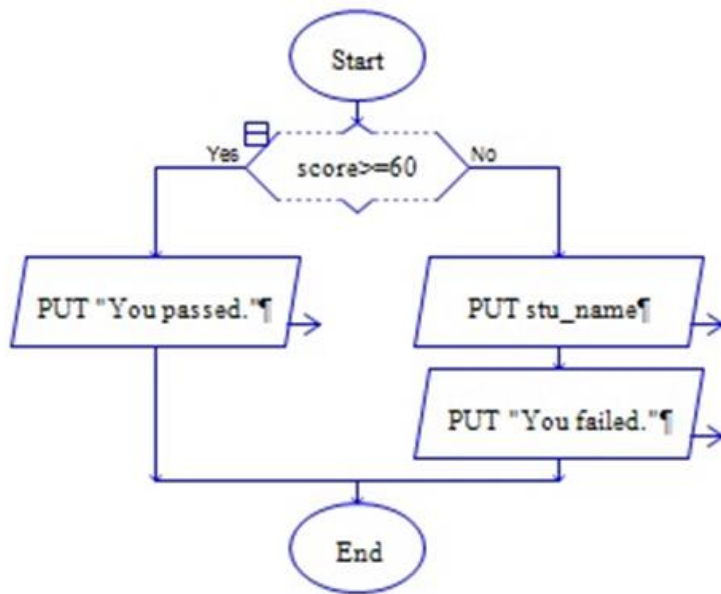
程序设计的三种基本结构



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

(2) 分支结构

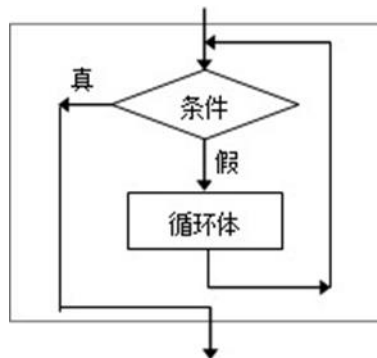
【例2.2】如果学生成绩大于60分，则显示“You passed.”，否则，显示学生的姓名和“You failed”



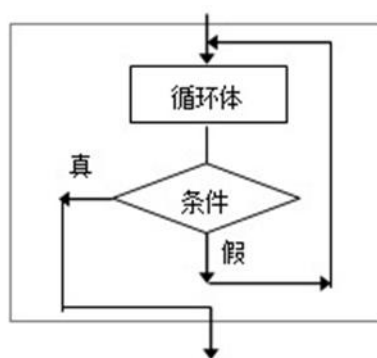
(3) 循环结构

循环结构是指在算法中需要反复执行某个功能而设置的一种结构。它由判断条件和循环体组成，根据判断条件，循环结构又可细分为以下两种形式：

- 当型结构：先判断后执行的循环结构，当条件判断为假的时候执行循环体，然后再次进行条件判断，直到条件判断为真的时候退出循环。
- 直到型结构：先执行后判断的循环结构，先执行循环体，然后进行条件判断，当条件判断为假的时候再次执行循环体，再条件判断，直到条件判断为真的时候退出循环。



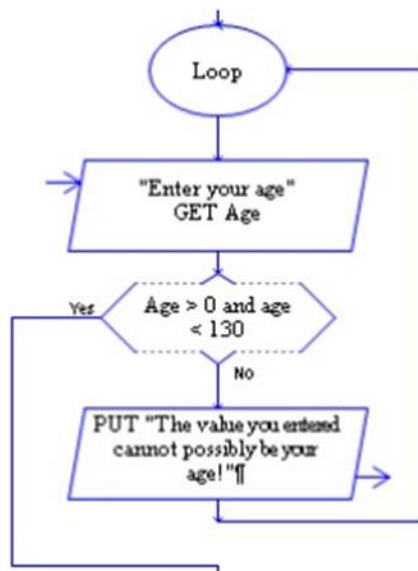
(a) 当型循环结构



(b) 直到型循环结构

(3) 循环结构

【例2.3】输入年龄，当输入的年龄值不在0~130的范围内，则报错并要求重新输入，直到输入的年龄值符合要求。

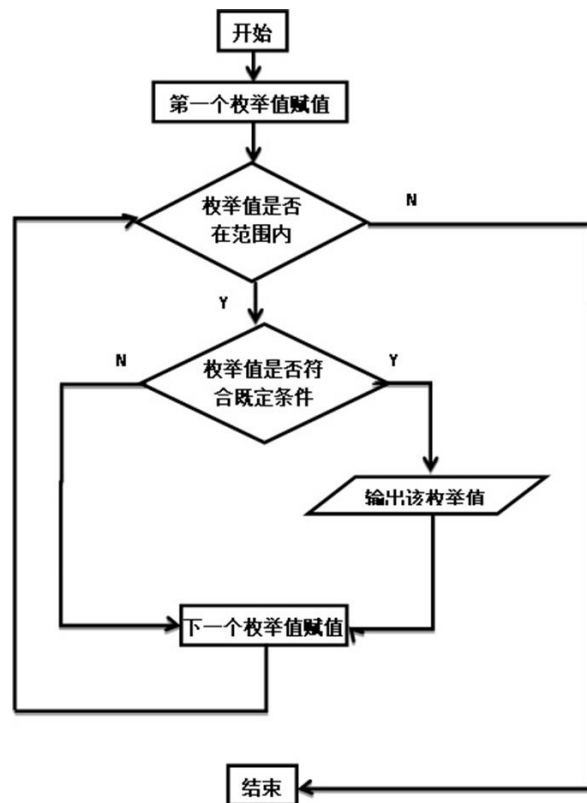


1. 枚举法

又称为穷举法、列举法，是计算机求解问题最常用的方法之一，其核心思想就是枚举所有的可能性。

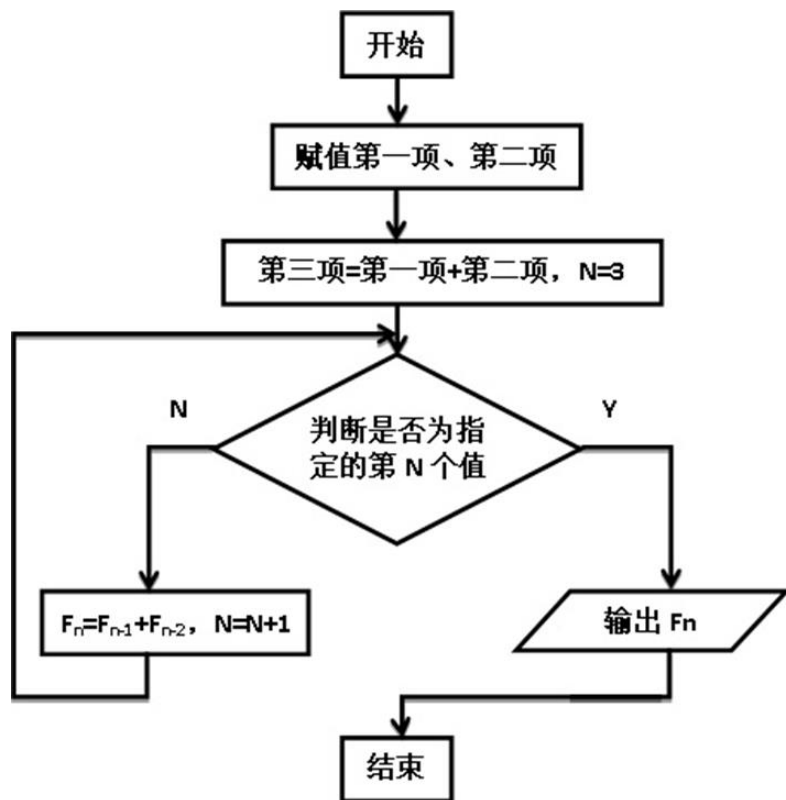
采用枚举法解题的基本思路：

- (1) 确定枚举对象、枚举范围和约束条件；
- (2) 枚举可能的解，验证是否是问题的解。



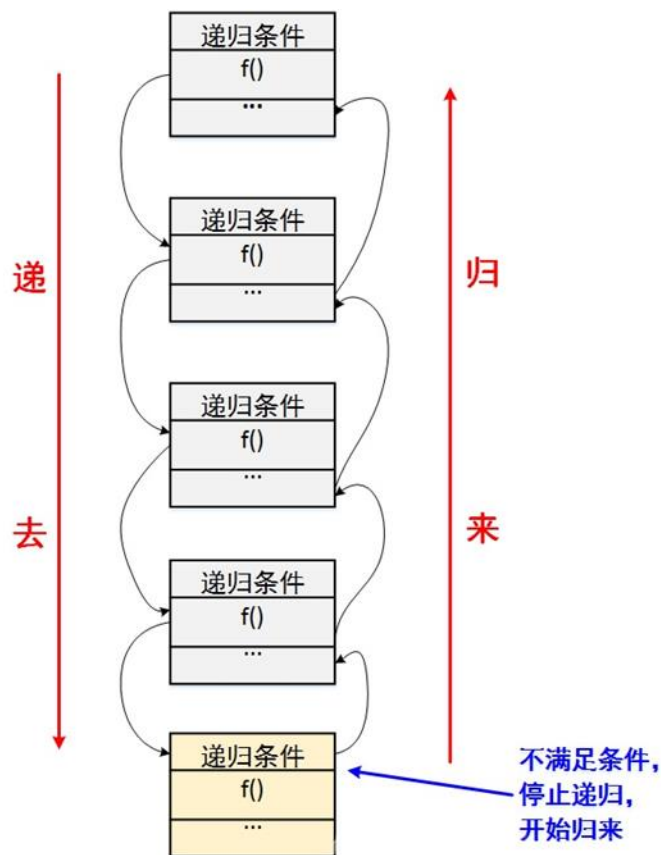
2. 递推法

应用较为广泛的算法之一，即通过已知条件，利用特定关系，按照一定的规律来计算序列中每个项的值，通常是通过计算前面的一些项值来得出序列中指定的后续项值。



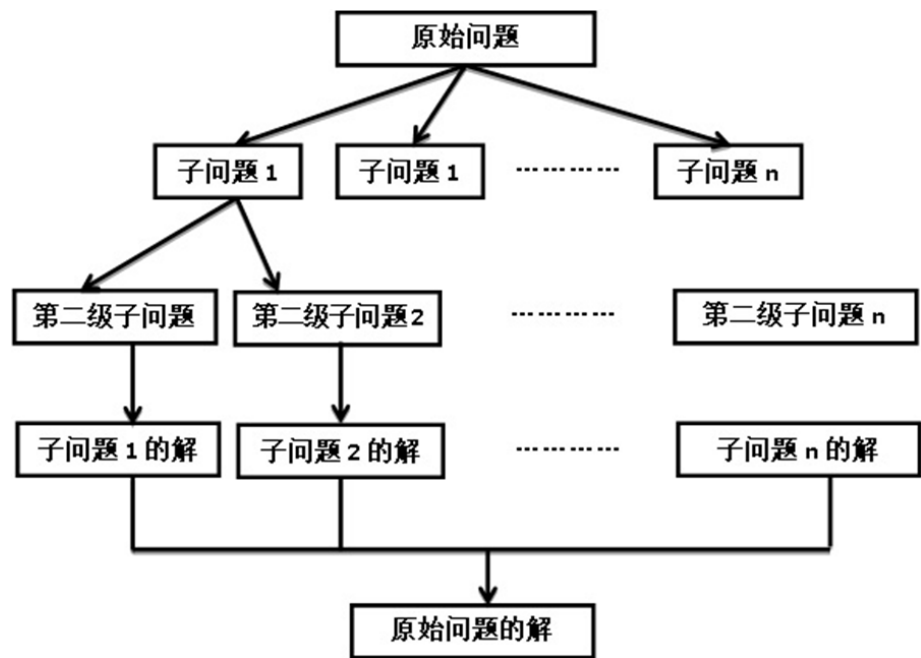
3. 递归法

实际生活中有许多这样的问题，这些问题比较复杂，问题的解决又依赖于类似问题的解决，只不过后者的复杂程度或规模较原来的问题更小，而且一旦将问题的复杂程度和规模化简到足够小时，问题的解法其实非常简单，对于这类问题，可以采用递归的方法进行解决，它也算法设计中常用的一种算法。



4. 分治法

分治法属于计算思维中的分解方法，采取“分而治之”的思想，把一个复杂的问题分成二个或更多子问题，再把子问题分成更小的子问题……直到最后子问题可以简单的直接求解，最后通过子问题的解的合并得到原问题的解。分治法是很多高效算法的基础，如排序中的快速排序、归并排序等算法。



Raptor是一种可视化的算法设计环境，它允许用户用基本流程图符号来创建算法，且可以在其环境下直接调试和运行，包括单步执行和连续执行的模式。该环境可以直观地显示当前算法的执行过程，以及所有变量的状态。使用Raptor设计的算法也可以直接转换成C++、C#、Java等高级程序语言。

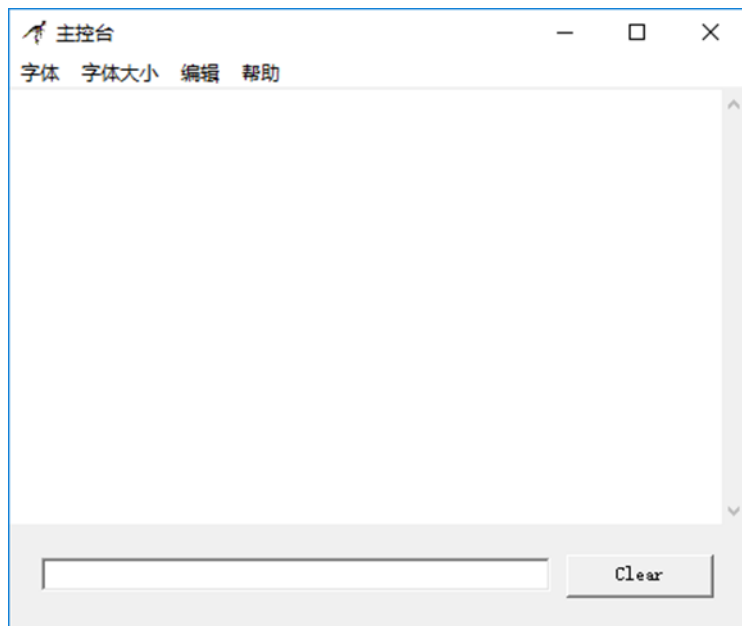
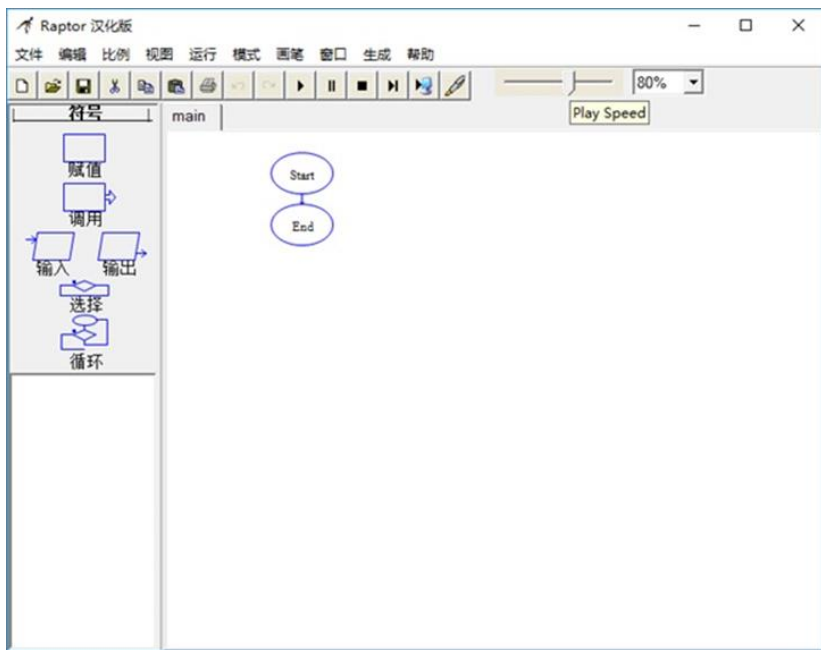
Raptor官网为<https://raptor.martincarlisle.com/>，用户可以在该网站下载Raptor应用程序，本章给出的算法示例的设计环境为Raptor 4.0.5汉化版。

Raptor的基本程序环境



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

Raptor应用程序安装完毕后，桌面上会出现该应用程序图标，双击图标运行程序，其主界面左边为Raptor提供的6种基本符号，分别为输入（Input）、赋值（Assignment）、过程调用（Call）、输出（Output）、选择（Selection）、循环（Loop），右边为算法设计窗口。Raptor输出界面为主控台。

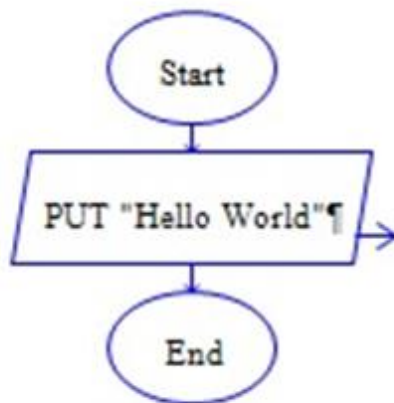


Raptor的基本程序环境



华东师范大学出版社
给您一个智慧的人生

【例2.4】 输出字符串“Hello World”。



1. 数据类型

不同的数据类型在表现形式、所占内存字节长度及其取值范围等都不相同，常用的数据类型可分为数值型和字符型。

(1) 数值型数据：用来表示参与计算的数字数据。例如：12，0.76，-23。

(2) 字符型数据：用来表示不参与计算的文本数据，例如："12"，"Hello World"。字符型必须使用英文输入法中的半角双引号括起来。

2. 常量

常量是指在算法运行过程中其值始终保持不变且不可改变的量。

例如：

PI：圆周率，定义为3.1416

e：自然对数的底数，定义为2.7183

true/yes：布尔值为真，定义为1

false/no：布尔值为假，定义为0

3. 变量

变量是计算机编程中的一个重要概念。变量是一个可以存储值的字母或名称。当编程时，可使用变量来存储数字，例如建筑物的高度，或者存储单词，例如人的名字。简单地说，可使用变量表示程序所需的任何信息。而且变量可以随着程序的运行而改变其表示的值。

4. 运算符与表达式

表达式是指按一定的运算规则由运算符连接运算对象所组成的字符序列。一般可分为4类：算术表达式、字符串表达式、关系表达式和逻辑表达式。

计算表达式的时候，Raptor会根据预定义的“优先顺序”执行运算，不同的运算顺序，会产生不同的结果，运算顺序如下：

- ① 计算所有的函数
- ② 计算括号中的所有表达式
- ③ 计算乘幂(^,**)
- ④ 从左到右，计算乘法和除法
- ⑤ 从左到右，计算加法和减法
- ⑥ 从左到右，进行关系运算
- ⑦ 从左到右，进行not逻辑运算
- ⑧ 从左到右，进行and逻辑运算，
- ⑨ 从左到右，进行xor逻辑运算
- ⑩ 从左到右，进行or逻辑运算。

5. 函数

函数和过程都是用来完成特定功能的一段独立模块。在Raptor中，函数是预先编好的，由程序系统内部提供的模块。而过程是用户自定义的模块，又称为“子程序”。

函数	功能	示例	结果
abs(x)	返回 x 的绝对值	abs(-1.35)	1.35
floor(x)	返回不大于 x 的最大整数	floor (5.6)	5
		floor (-5.6)	-6
		floor (0.67)	0
		floor (-0.67)	-1
max(x,y)	返回最大值	max(5,7)	7
min(x,y)	返回最小值	min(5,7)	5
to_character(x)	返回字符	to_character(65)	A

1. 数据的逻辑结构

逻辑结构是从具体问题抽象出来的数学模型，是描述数据元素及其关系的数学特性的，有时就把逻辑结构简称为数据结构，是在计算机存储中的映像。根据数据元素间关系的不同特性，通常有以下四类基本的结构：

集合结构：该结构内的数据之间是属于同一集合的关系，集合的特征是集合内数据时刻区分、无序的。

线性结构：该结构内的数据是一个有序数据元素的集合，每个元素有一个索引值，成意义对应关系。

树结构：树结构是具有层次的嵌套结构，概结构内的数据成一对多的关系一个树结构的外层和内层有相似的结构。

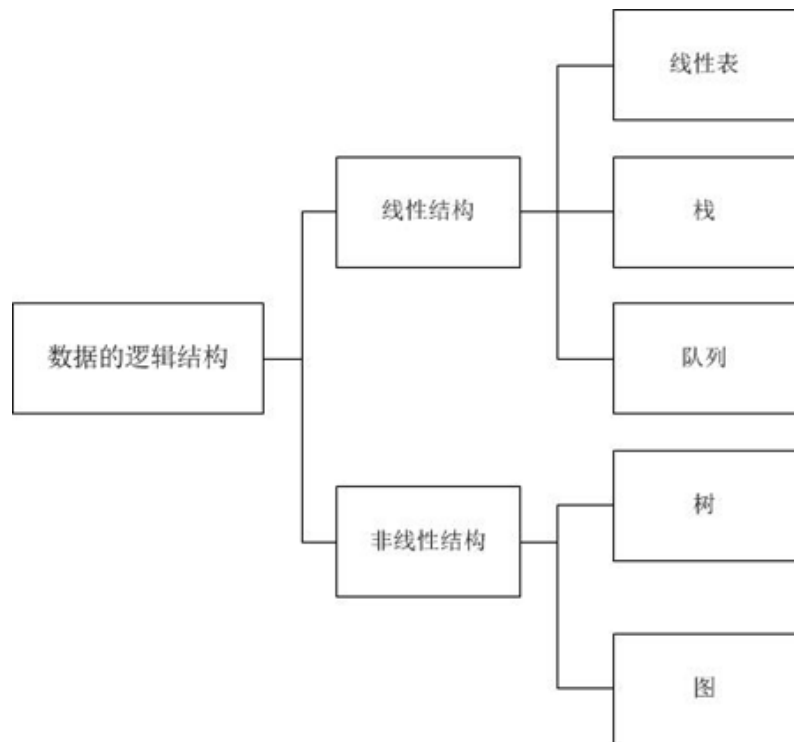
图结构：图结构是一种复杂的数据结构，该结构内的数据存在多对多的关系，也称为网状结构。图可以表示数据元素之间的复杂关系。

2. 数据的物理结构

数据结构在计算机中的表示（映像）称为数据的物理（存储）结构。它包括数据元素的表示和关系的表示，通常一种逻辑结构可以表示成一种多多种存储结构。数据元素的表示，计算机内采用的是二进制编码，而数据元素之间的关系则有两种不同的表示方法：顺序映像和非顺序映像，顺序映像借助元素在存储器中的相对位置来表示数据元素之间的逻辑关系。非顺序映像借助指示元素存储位置的地址来表示数据元素之间的逻辑关系，并由此得到两种不同的存储结构：

- 顺序存储结构：指用一段物理地址连续的存储单元来依次存储数据元素。
- 链式存储结构：链式存储结构可以使用计算机中任意的存储单元来存储数据元素，存储地址既可以是连续的，也可以是不连续的。

算法的设计取决于数据（逻辑）结构，而算法的实现依赖于采用的存储结构。数据的存储结构实质上是它的逻辑结构在计算机存储器中的实现。不同数据结构有其相应的若干运算，通常包括结构的生成与销毁、在结构中搜索满足某条件的数据元素、结构中插入新元素、结构中删除元素，以及遍历结构内的数据元素等。

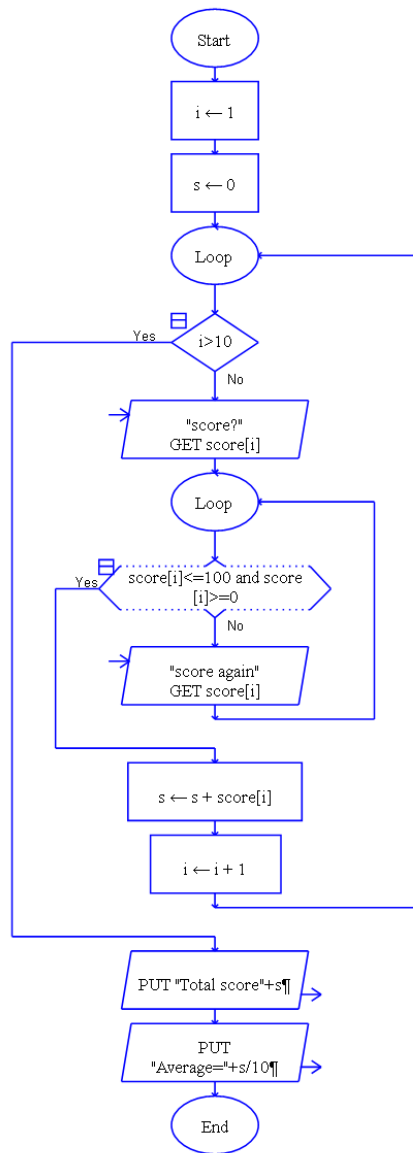


数组是用一个统一的名称表示的、顺序排列的一组相同类型变量的集合，它本身并不是一种数据类型。数组中的变量称为数组元素，用数字（下标）来标识它们，因此，数组元素又称为下标变量。

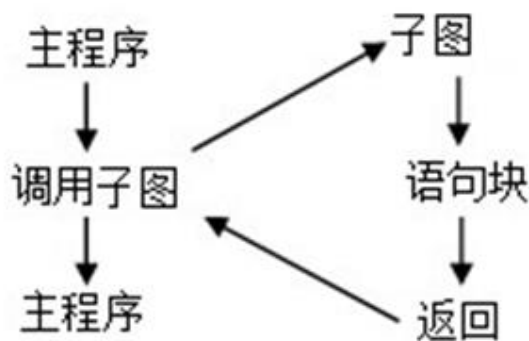
如果一个数组的元素只有一个下标，则称这个数组为一维数组。例如，数组A有10个元素： $A(1), A(2), \dots, A(10)$ 。如果一个数据的元素有两个下标，则称这个数组为二维数组。例如，数组 $S(3,4)$ ，其第一维是0到3，第二维是0到4，则这个数组共有20个元素（ $4*5=20$ ），分别为： $S(0,0), S(0,1), S(0,2), S(0,3), S(0,4), S(1,0), S(1,1), \dots, S(3,4)$ 。

【例2.6】统计10个学生成绩的总分和平均分。

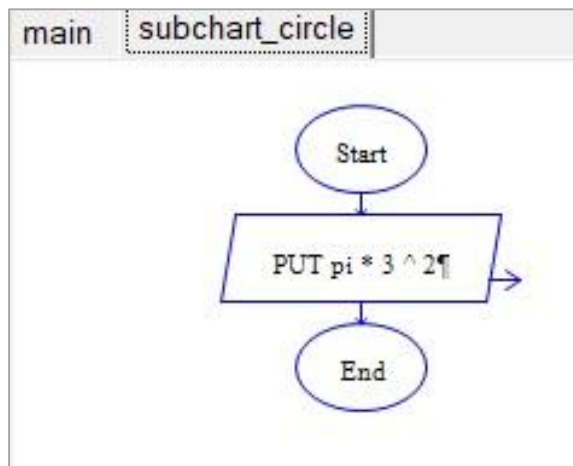
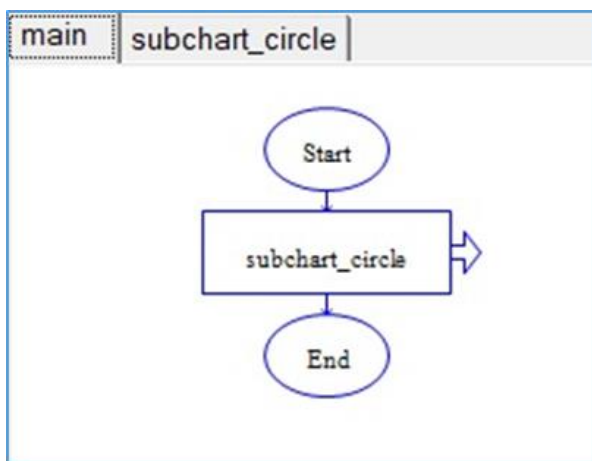
分析：首先，定义一个一维的数组，用于保存学生的成绩，输入的成绩如果不在0~100之间，则需要重新输入，然后将学生的成绩加总相加得到总分，再除以10，即可得到学生的平均分。



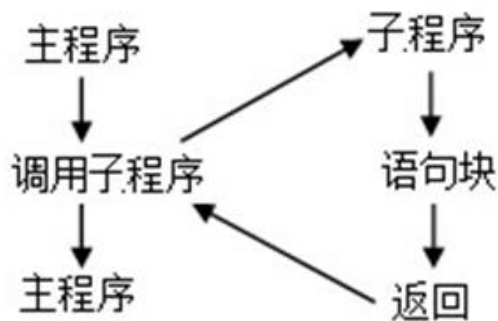
使用“子图”是实现结构化程序设计思想的重要方法。结构化程序设计思想的要点之一就是对于一个复杂的问题采用“分而治之”的策略，即模块化，把一个较大的程序划分为若干个模块，每个模块只完成一个或几个功能。在Raptor中，子图可以将程序分解成逻辑块，由主程序来调用它们，这样可以简化程序设计工作，便于流程图的管理，减少错误的发生。



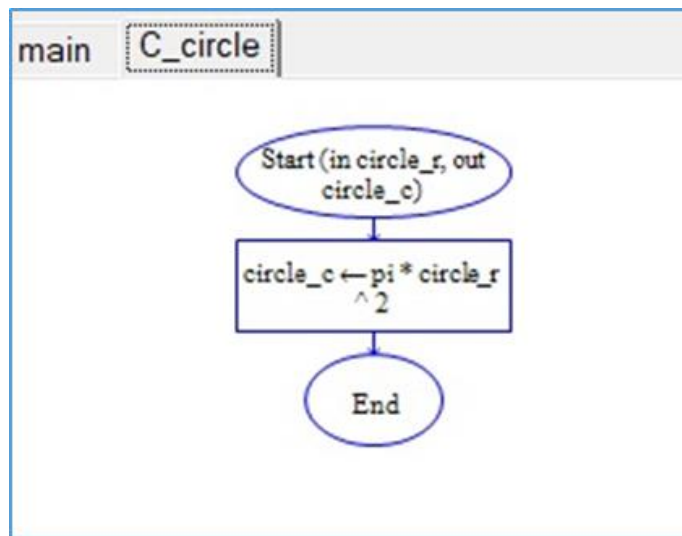
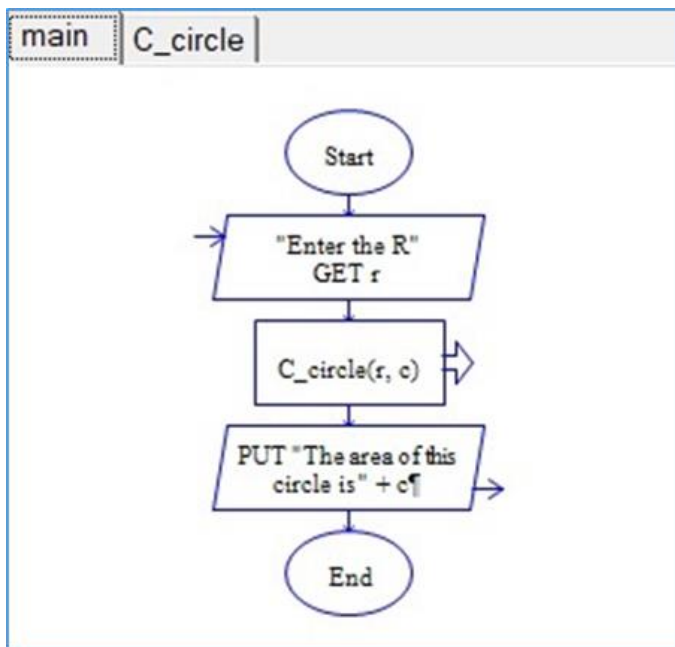
【例2.7】 创建一个计算半径为3的圆面积的子图。



子程序的功能与子图类似，我们可以将子程序理解为一种“增强”型的子图，子程序允许在每次被调用时，通过参数来调整运行的值，也可以将计算的结果反馈给主程序供后续使用。因而，可以看出，子图与子程序的差别在于不能给子图传递参数，子图也不会返回任何值。

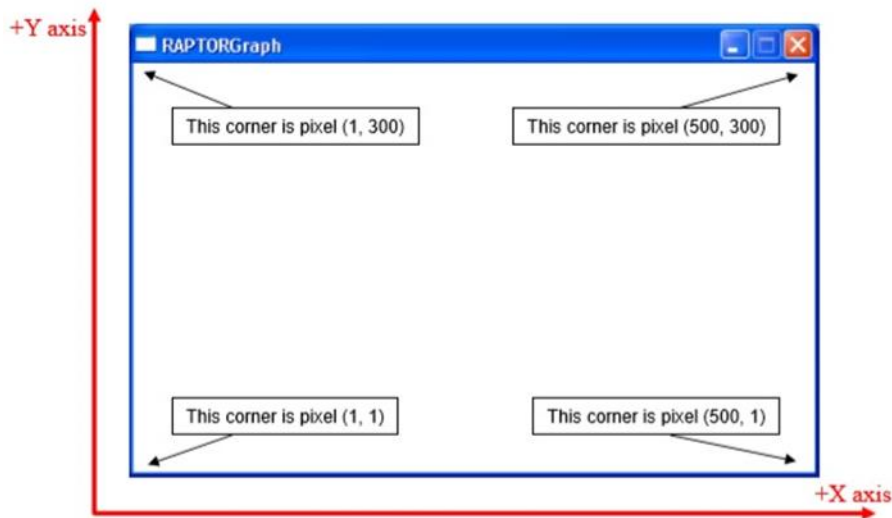


【例2.8】 创建一个计算圆面积的子程序，半径值由用户自行输入。

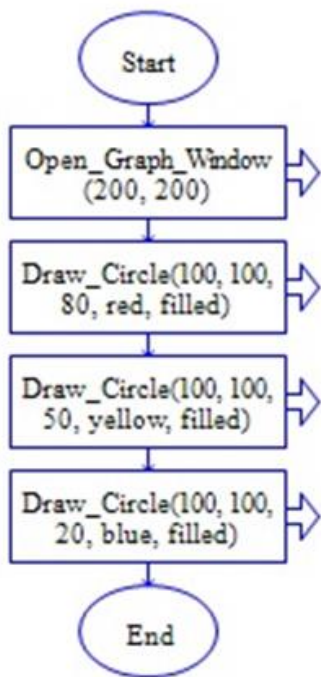


一个成功的程序需要有友好的界面，在界面设计中图形是不可缺少的，可以为用户带来许多操作上的便利，Raptor图形函数比较丰富，利用这些图形函数可以设计出炫丽的界面。

要使用Raptor中的图形，必须打开一个图形窗口。调用任何其他Raptor图形过程或函数之前，必须创建此图形窗口，打开窗口的语句为 `Open_graph_Window (X_Size, Y_Size)`，图形窗口 (X, Y) 坐标系的原点在窗口的左下角，X轴由1开始从左到右，Y轴由1开始自底向上。



【例2.9】 绘制3个同心圆。



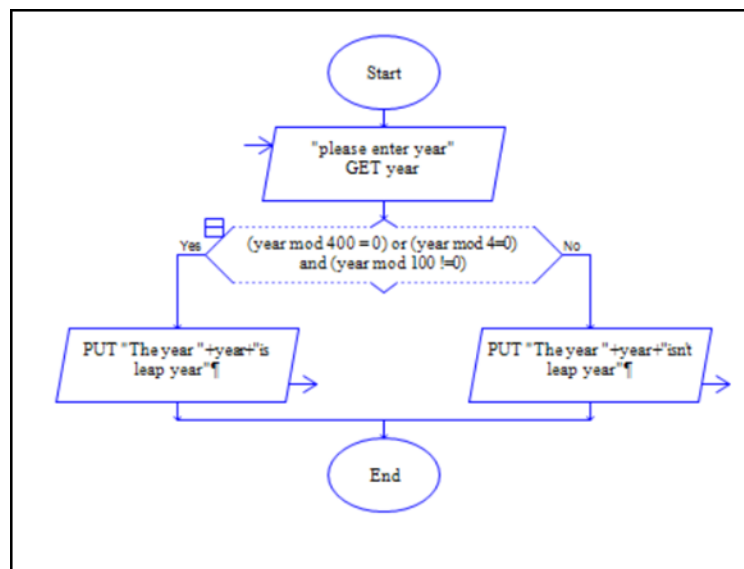
综合案例—闰年的判断



所指定的年份符合以下条件之一的即为闰年：

- (1) 能被400整除。
- (2) 能被4整除而不能被100整除。

任意输入一个年份判断该年份是否为闰年，若是闰年，输出该年份并显示“The year is leap year”的提示信息，否则输出该年份并显示“The year isn't leap year”的提示信息。

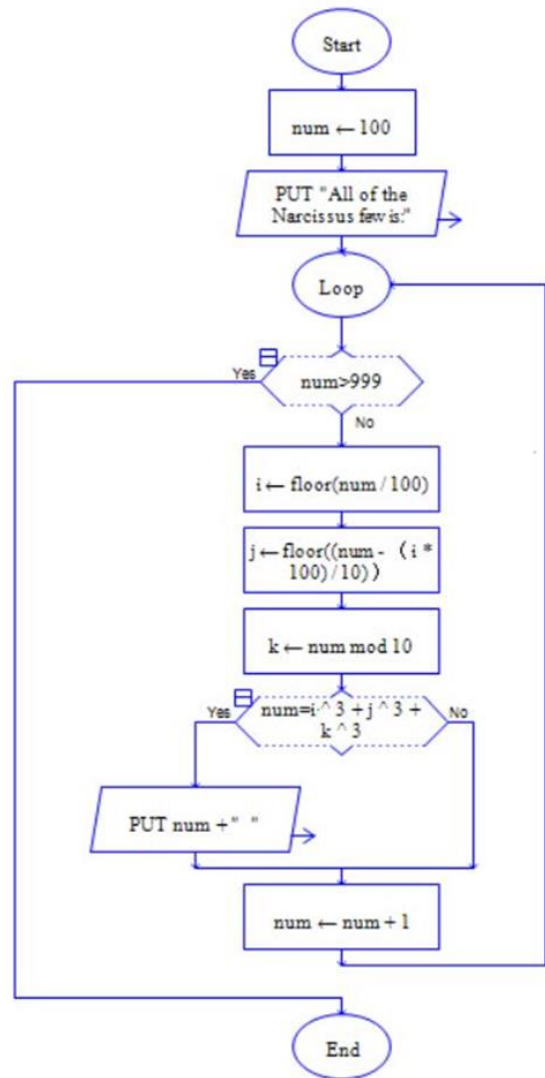


综合案例—神奇的数字



数学规律之神奇让人为之感叹！数学里有些巧合的逻辑也隐藏着神奇。例如“水仙花数”是指一个三位正整数，其各位数字的立方和等于该数本身，例如， $153=1^3+5^3+3^3$ ，153就是“水仙花数”。请设计算法求出100~999之间所有的“水仙花数”。

```
主控台
字体 字体大小 编辑 帮助
All of the Narcissus few is:153 370 371 407
---完成. 运算次数为 6310 .----
```

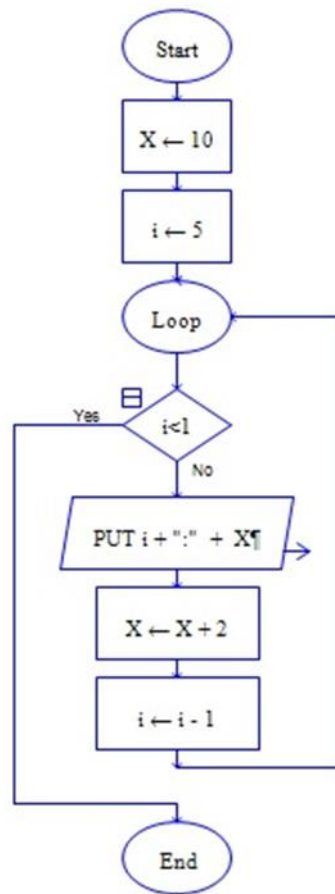


综合案例—植树问题



植树节那天，有五位同学参加了植树活动，他们完成植树的棵数都不相同。问第一位同学植了多少棵时，他指着旁边的第二位同学说：比他多植了两棵，追问第二位同学，他又说比第三位同学多植了两棵，如此，都说比另一位同学多植两棵，最后问到第五位同学时，他说自己植了10棵。请问第一位同学到底植了多少棵树？

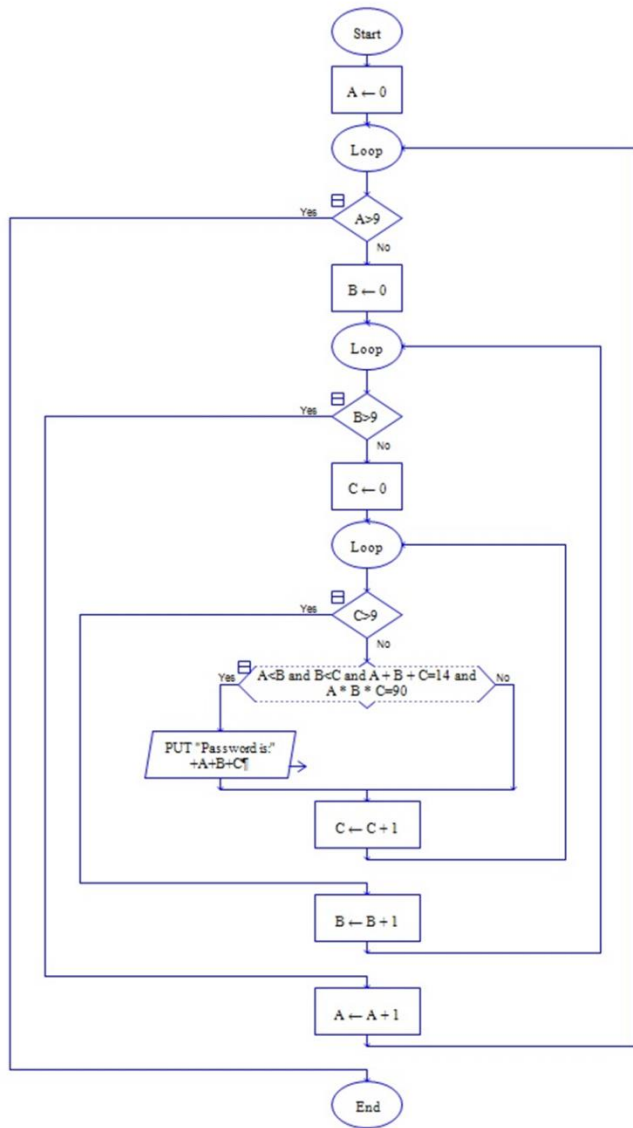
```
主控台
字体 字体大小 编辑 帮助
5:10
4:12
3:14
2:16
1:18
---完成. 运算次数为 31.---
```



综合案例—破解密码



小明的行李箱密码忘记了，他希望能够找回密码，目前已知密码由3个数字组成，密码中的3个数字的总和为14，乘积为90，且第一个数字小于第二个数字，第二个数字小于第三个数字，问密码是多少？



综合案例—谁撒谎



某抢劫案抓到4个嫌疑人A、B、C、D，通过审讯，这4个人的供述如下：

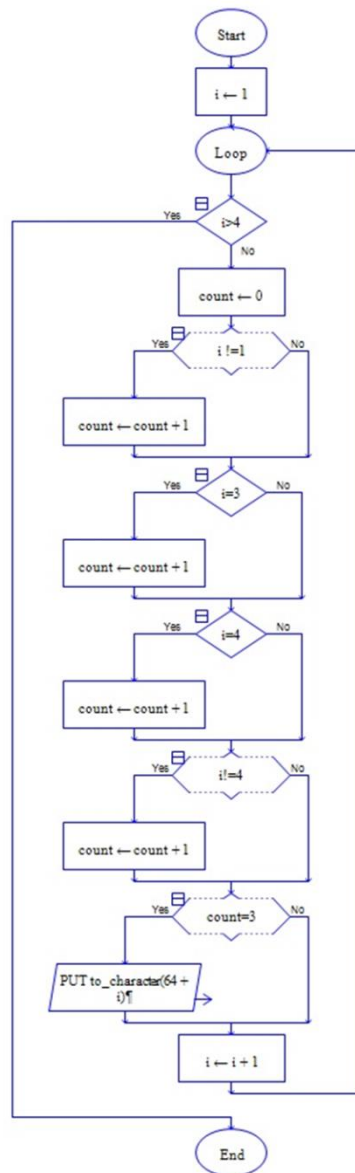
A说：“不是我。”

B说：“是C”

C说：“是D”

D说：“C撒谎”

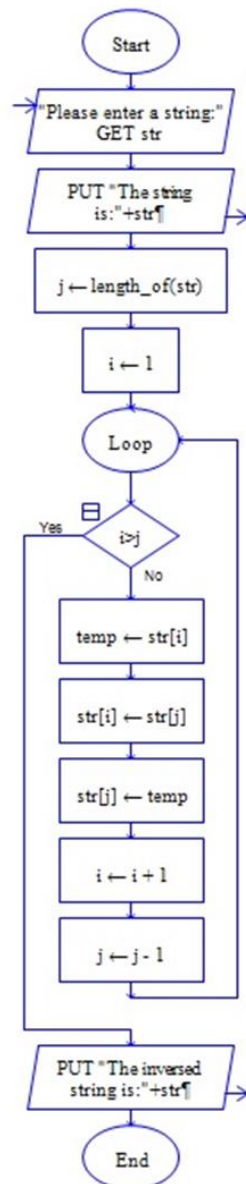
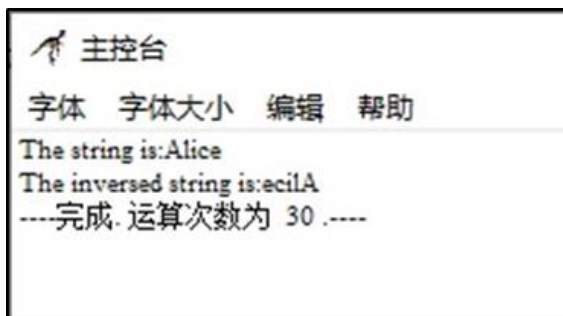
已知其中3个人说的是真话，1个人说的是假话，现根据这些信息，确认谁在撒谎。



综合案例—逆序输出姓名



要求将输入的姓名逆序输出。如，“Alice”
逆序输出为“ecilA”。

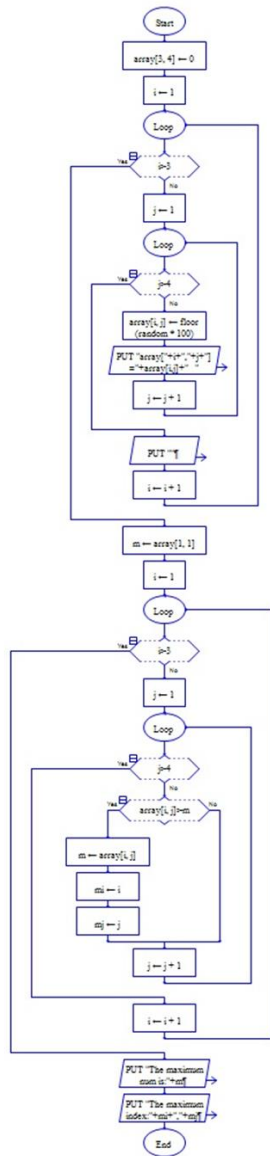


综合案例—择优选拔



为丰富业余生活某社区组织趣味体育活动，共组成A、B、C三个球队参赛各类比赛，每个球队各参加了不同类型的四次比赛。为了择优推荐参加更高规模的比赛，请你协助找出在各类比赛中得分最高的那个队伍。要求成绩保存在二维数组中，成绩可以通过随机函数产生，规定每类比赛的成绩范围在0分~100分之间。

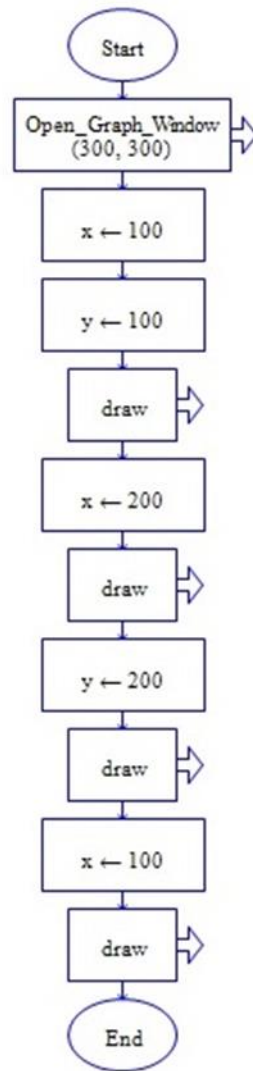
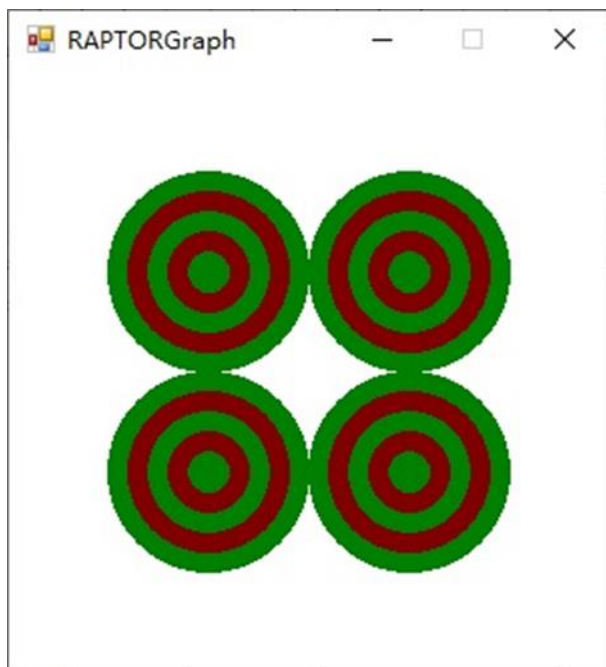
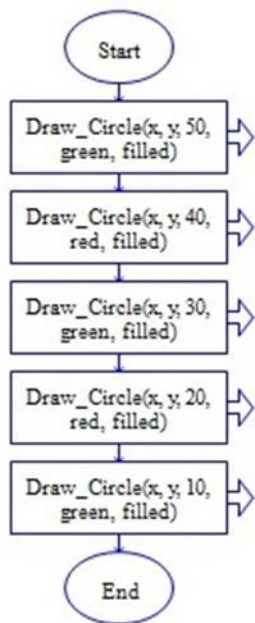
```
主控台
字体  字体大小  编辑  帮助
array[1,1]=92 array[1,2]=47 array[1,3]=71 array[1,4]=57
array[2,1]=93 array[2,2]=36 array[2,3]=93 array[2,4]=82
array[3,1]=39 array[3,2]=42 array[3,3]=69 array[3,4]=71
The maximum num is:93
The maximum index:2,1
----完成. 运算次数为 162. ----
```



综合案例一画圆



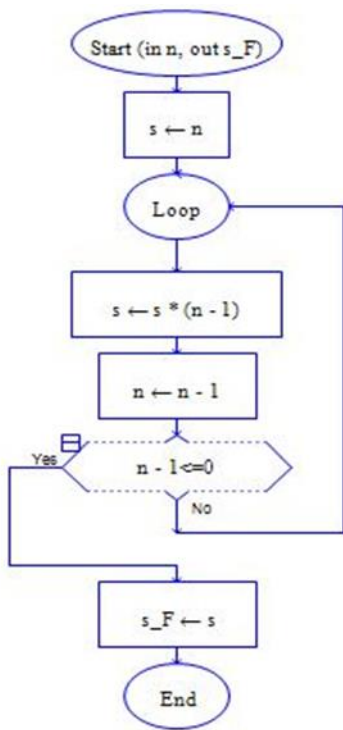
绘制4个圆，每个圆是由5个同心圆组成。



综合案例—阶乘求和

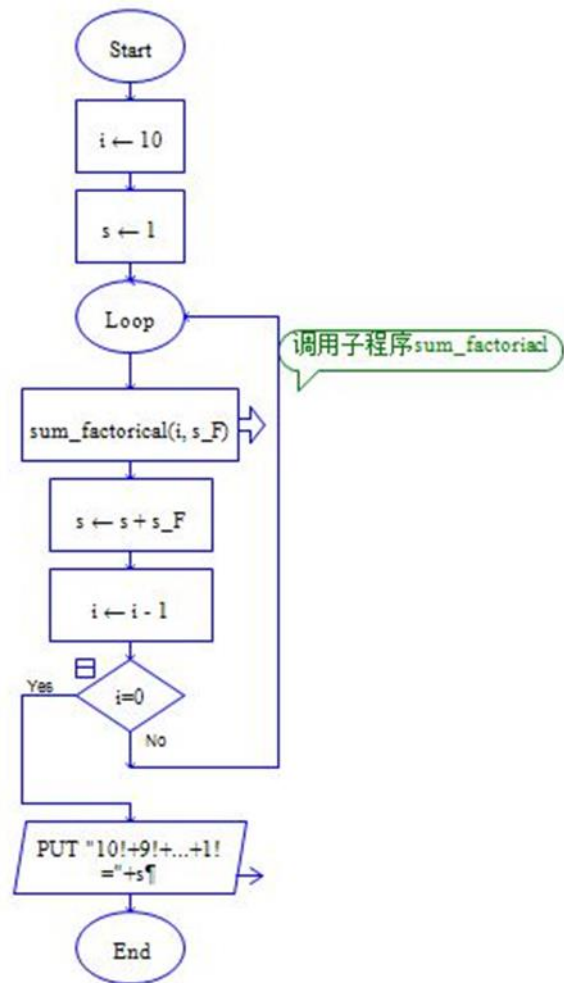


计算并输出 $s=10! + 9! + \dots + 1!$ 的和。



```

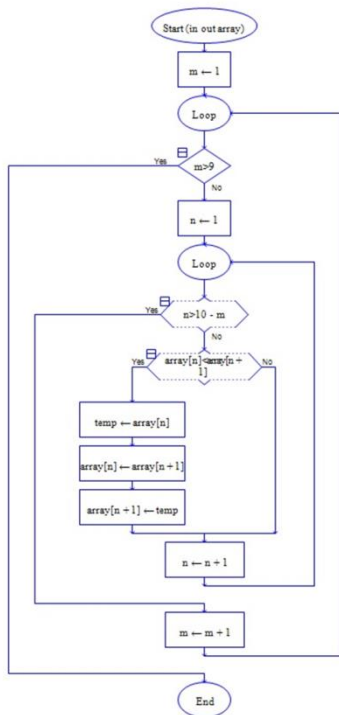
    主控台
    字体 字体大小 编辑 帮助
    10!+9!+...+1!=4037913
    ----完成. 运算次数为 279 ----
  
```



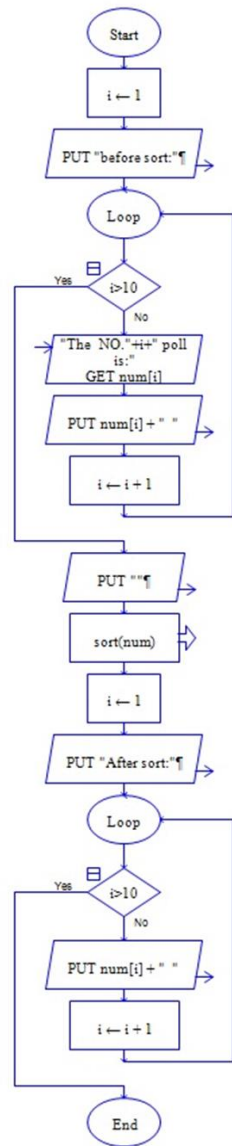
综合案例一 冒泡排序



要求将输入的10个数字按照从高到低的顺序排序并输出。



```
主控台
字体 字体大小 编辑 帮助
before sort:
78 9 57 58 96 45 36 89 36 12
After sort:
96 89 78 58 57 45 36 36 12 9
----完成. 运算次数为 392. ----
```





華東師範大學 出版社
给您一个智慧的人生

Thank You!



名社献精品教材 服务送智慧人生