



# 数据结构与算法实验

## 实验四 队列

彭振辉

中山大学人工智能学院

2023年秋季学期

# 实验目的

---



- **熟练掌握队列的顺序存储结构和链式存储结构。**
- **熟练掌握队列的有关算法设计，并在循环顺序队列和链队列上实现。**
- **根据具体给定的需求，合理设计并实现相关结构和算法。**

# 循环顺序队列实验要求

---



- **循环顺序队列结构和运算定义，算法的实现以库文件方式实现，不得在测试主程序中直接实现；**
- **实验程序有较好可读性，各运算和变量的命名直观易懂，符合软件工程要求；**
- **程序有适当的注释。**

# 链队列实验要求

---



- **本次实验中的链队列结构指不带头结点的单链表；**
- **链队列结构和运算定义，算法的实现以库文件方式实现，不得在测试主程序中直接实现；**
- **实验程序有较好可读性，各运算和变量的命名直观易懂，符合软件工程要求；**
- **程序有适当的注释。**

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

1 杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

```
1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1
1 7 21 35 35 21 7 1
1 8 28 56 70 56 28 8 1
1 9 36 84 126 126 84 36 9 1
```

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

```
#define MAXSIZE 500
```

```
typedef struct sq
{
    int a[MAXSIZE];
    int front, rear;
}*SeqQueue;
```

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	3	3	1							
1	4	6	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	3	3	1							
1	4	6	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	3	3	1							
1	4	6	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？



# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	<u>3</u>	<u>3</u>	1							
1	4	<u>6</u>	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	3	<u>3</u>	<u>1</u>							
1	4	6	<u>4</u>	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	20	15	6	1				
1	7	21	35	35	21	7	1			
1	8	28	56	70	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

# 实验任务1



- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素（测试  $N = 9$ ）

杨辉三角形第  $n$  层（顶层称第 0 层，第 1 行，第  $n$  层即第  $n + 1$  行，此处  $n$  为包含 0 在内的自然数）正好对应于二项式  $(a + b)^n$  展开的系数。例如第二层 1 2 1 是幂指数为 2 的二项式  $(a + b)^2$  展开形式  $a^2 + 2ab + b^2$  的系数。

1										
1	1									
1	2	1								
1	3	3	1							
1	4	6	4	1						
1	5	10	10	5	1					
1	6	15	<u>20</u>	<u>15</u>	6	1				
1	7	21	<u>35</u>	<u>35</u>	21	7	1			
1	8	28	56	<u>70</u>	56	28	8	1		
1	9	36	84	126	126	84	36	9	1	

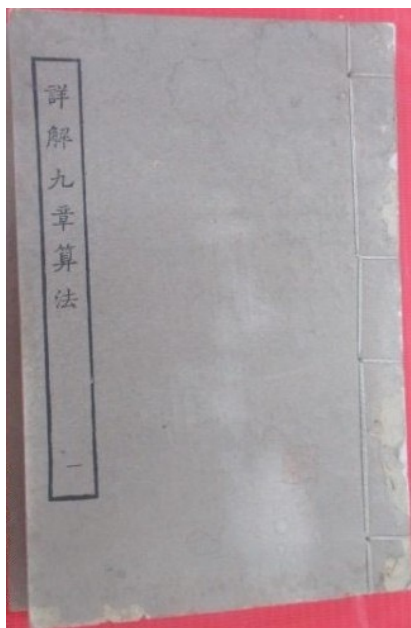
思路：定义循环数列的数据结构；实现循环队列的初始化、入队、出队操作（参照课件）；对于每一行，从第二个数开始，每个数跟上一行数有什么关系呢？

试想一个从 1 到  $n$  的循环，在每次循环中，怎么进行入队和出队的操作，使得用上出队的数可以求到当前要输出的数？

# 实验任务1

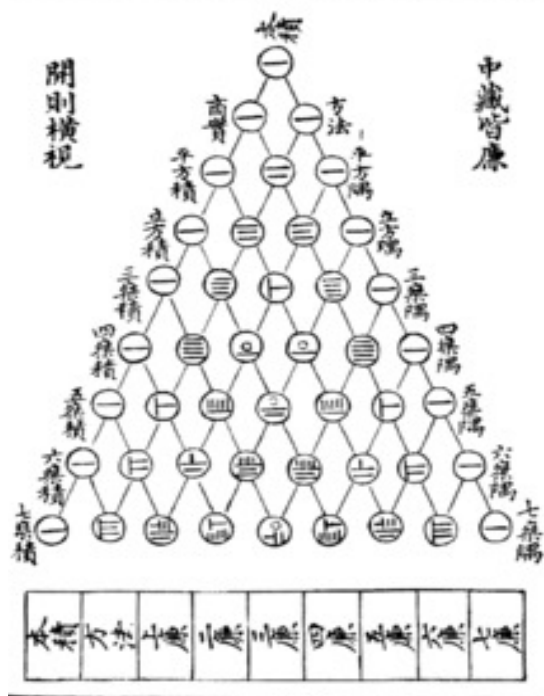
- 使用循环队列输出杨辉三角形的前N行元素

什么叫做杨辉三角？



《详解九章算法》

古法七乘方图



(杨 辉)



## 实验任务2

- 用左下所示循环数组表示队列编写如下算法实现队列的入队和出队操作

```
bool AddQ( Queue Q, ElementType X )  
ElementType DeleteQ( Queue Q )
```

```
typedef int Position;  
typedef struct QNode *PtrToQNode;  
struct QNode {  
    ElementType *Data; /* 存储元素的数组 */  
    Position Front; /* 队列的头指针 */  
    int Count; /* 队列中元素个数 */  
    int MaxSize; /* 队列最大容量 */  
};  
typedef PtrToQNode Queue;
```

注意(样例代码中已有main函数)：

- 若队列已满，AddQ函数必须输出“Queue Full”并返回false；若不满，则输出“element add successful”并返回 true
- 若队列为空，则DeleteQ函数必须输出“Queue Empty”并返回Queue Empty; 若不满，则输出“element delete successful”并返回 true

## 实验任务3



- 设某核酸检测点有A、B两个窗口，A采样速度是B的2倍，即当A每采样完2个人时，B处理完1个人。给定到达检测点的被采样者的序列，请按采样完成的顺序输出被采样者的序列。不考虑被采样者先后到达的时间间隔，当不同窗口同时处理完2个人时，A窗口被采样人优先输出

示例：

Input:

8 2 1 3 9 4 11 13 15

Output:

1 3 2 9 11 4 13 15

注意：

- 输入为1行正整数，第1个数字N为被采样人总数，后面跟N位被采样人编号。编号为奇数的被采样人需要到A窗口采样，为偶数的被采样人则去B窗口

应排队窗口

2 -> B

1 -> A

3 -> A

9 -> A

4 -> B

11 -> A

13 -> A

15 -> A



## 实验任务4



- 在核酸检测的单窗口排队问题中，假设检测点只有1个窗口提供采样服务，所有被采样者按到达时间排成一条长龙。当窗口空闲时，下一位被采样者即去该窗口采集核酸。此时如果已知第 $i$ 位被采样者与排在后面的第 $j$ 位被采样者是好朋友，并且愿意替朋友插队的话，那么第 $i$ 位被采样者的核酸采集花费时间就是自己的检测加朋友的检测所耗时间的总和。在这种情况下，被采样者的等待时间就可能被影响。假设所有人到达核酸检测点时，若没有空窗口，都会请求排在最前面的被采样者帮忙（包括正在窗口接受捅喉咙的被采样者）；当有不止一位朋友请求某位被采样者帮忙时，该被采样者会根据自己朋友请求的顺序来依次帮忙插队。试编写程序模拟这种现象，并计算被采样者的平均等待时间。

# 输入格式:

– 输入的第一行是两个整数： $1 \leq N \leq 10000$ ，为被采样者总数； $0 \leq M \leq 100$ ，为彼此不相交的朋友圈子个数。若M非0，则此后M行，每行先给出正整数 $2 \leq L \leq 100$ ，代表该圈子里朋友的总数，随后给出该朋友圈里的L位朋友的名字。名字由3个大写英文字母组成，名字间用1个空格分隔。最后N行给出N位被采样者的姓名、到达时间T和核酸采集时间P（以分钟为单位），之间用1个空格分隔。简单起见，这里假设被采样者信息是按照到达时间先后顺序给出的（有并列时间的按照给出顺序排队），并且假设每个被采样者最多占用窗口服务60秒（如果超过则按60秒计算）

# 输出格式:

– 按被采样者接受服务的顺序输出被采样者名字，每个名字占1行。最后一行输出所有被采样者的平均等待时间，保留到小数点后1位。

## 输入样例：

```
6 2
3 ANN BOB JOE
2 JIM ZOE
JIM 0 20
BOB 0 15
ANN 0 30
AMY 0 2
ZOE 1 61
JOE 3 10
```

## 输出样例：

```
JIM
ZOE
BOB
ANN
JOE
AMY
75.2
```

时间点	队列	输出
0	JIM, BOB, ANN, AMY	
1	JIM, <b>ZOE</b> , BOB, ANN, AMY // ZOE与JIM是好友，插队	
3	JIM, ZOE, BOB, ANN, <b>JOE</b> , AMY // JOE与BOB, ANN是好友，插队	
20	ZOE, BOB, ANN, <b>JOE</b> , AMY // JIM结束，等待时间为0秒	JIM
80	BOB, ANN, <b>JOE</b> , AMY // ZOE结束（超出60按60算），等待20-1=19	ZOE
95	ANN, <b>JOE</b> , AMY // BOB结束，等待80-0=80	BOB
125	<b>JOE</b> , AMY // ANN结束，等待95-0=95	ANN
135	AMY // <b>JOE</b> 结束，等待125-3=122	JOE
137	// AMY 结束，等待135-0=135	AMY
	平均等待： $(0+19+80+95+122+135) / 6 = 75.2$	



# 课堂报告提交说明



- **注意：本次实验需要到对分易提交实验课堂报告(zip压缩包格式)**

- **压缩包中应包含：**

- **已实现的任务文件源码**（不需要包括拓展的任务）

- **一个doc或pdf文档**，上面需要有：

- 开头说明 **“整体实现参考 + 2-3句简要体会（如教训、思路、拓展应用等）”**，如：

- “自行实现。挑战最大的是任务2，初始时报了什么错，通过什么方式解决。”

- “任务3参考xxx同学/xxx网址。思考不出算法思路，探究后学习到了什么方法。”

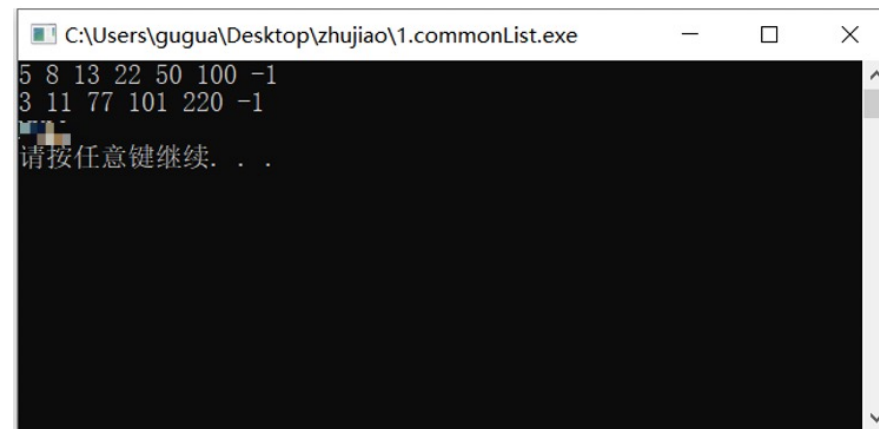
- **各任务的成功运行截图**，示例（命名）如右：

- **评分说明：**

- **占总评2分**。当堂课后一周内提交得2分。

- 延误提交扣1分，助教随机抽查发现没有实现

或说明文档不完善，各扣1分，扣完为止。



任务1\_测试1.jpg