

# CS100 Recitation 3

GKxx

# 目录

- Homework 1 ~~作业讲评~~
- 数组
- 练习：矩阵乘法
- 练习：插入排序
- 练习：二分查找

# 数组

# 定义并初始化一个数组

以下数组被初始化为何值？

```
int g[100];

int main(void) {
    int a[10] = {1, 2, 3};
    int b[] = {1, 2, 3};
    int c[1000] = {0};
    int d[1000] = {1};
    int e[100];
}
```

# 定义并初始化一个数组

以下数组被初始化为何值？

```
int g[100]; // 全部初始化为 0

int main(void) {
    int a[10] = {1, 2, 3}; // 前三个元素 {1, 2, 3} ，后面全是 0
    int b[] = {1, 2, 3}; // b 的类型被推断为 int[3] ，初始化为 {1, 2, 3}
    int c[1000] = {0}; // 全是 0
    int d[1000] = {1}; // d[0] 是 1 ，后面全是 0
    int e[100]; // 未初始化
}
```

# 数组类型

一个数组的类型包含两个部分：元素个数、每个元素的类型。

```
ElemType a[Length];
```

`int [10]` , `double [10]` , `int [100]` 是三个不同的类型。不同类型的数组之间不兼容。

C 是静态类型语言：所有表达式的类型都在编译时已知。

既然 `Length` 也是类型的一部分，它的值就必须在编译时可知。

# Variable-Length Arrays (VLA)

自 C99 引入：

```
int n;  
scanf("%d", &n);  
int a[n];  
for (int i = 0; i != n; ++i)  
    scanf("%d", &a[i]);  
// ...
```

C11 起，编译器可以选择是否支持 VLA。

## VLA 带来的影响

- 首先，一些表达式无法保证在编译时求值了：`sizeof(a)`
- 像这样的类型别名声明，也会生成一些代码了：`typedef int ArrayType[n];`
  - 它必须有办法记录这个 `n` 的值。

这在 C++ 中会带来非常多的麻烦，因为 C++ 有很多特性依赖于静态类型系统。

因此 VLA 从来没有加入过 C++ 标准。



## VLA 的内存问题

```
int a[n];
```

这个数组是开在栈上的，而你在运行之前并不知道它实际会用多少内存。

如果 `n` 过大，导致**栈溢出** (stack overflow)，程序就会直接崩溃。

- 你既无法提前知道这件事，也无法从这个错误中恢复出来。

相比之下，`malloc` 在堆上分配内存，内存不足时返回空指针，不会造成灾难。

**VLA 也不是一无是处**

下周再讲

# 练习

矩阵乘法，插入排序，二分查找

在练习之前，先复习一下如何向函数传递数组参数

## 传递数组参数

数组会**退化** (decay) 为指向首元素的指针：`T [N] → T *`

你无法声明一个真正的数组参数：以下声明中，`a` 的类型都是 `int *`。

```
void foo(int a[]);  
void foo(int *a);  
void foo(int a[10]);  
void foo(int a[20]);
```

## 传递二维数组

“二维数组”其实是“数组的数组”：

- `Type [N][M]` 是一个 `N` 个元素的数组，每个元素都是 `Type [M]`
- `Type [N][M]` 应该退化为什么类型？

## 传递二维数组

“二维数组”其实是“数组的数组”：

- `Type [N][M]` 是一个 `N` 个元素的数组，每个元素都是 `Type [M]`
- `Type [N][M]` 退化为“指向 `Type [M]` 的指针”

如何定义一个“指向 `Type [M]` 的指针”？

# 稍微复杂一点儿的复合类型

指向数组的指针

```
int (*parr)[N];
```

存放指针的数组

```
int *arrp[N];
```

- 首先，记住**这两种写法都有，而且是不同的类型。**
- `int (*parr)[N]` 为何要加一个圆括号？当然是因为 `parr` 和“指针”的关系更近
  - 所以 `parr` **是指针**，
  - 指向的东西是 `int [N]`
- 那么另一种则相反：
  - `arrp` **是数组**，
  - 数组里存放的东西是指针。

## 传递二维数组

以下声明了**同一个函数**：参数类型为 `int (*)[N]`，即一个指向 `int [N]` 的指针。

```
void fun(int (*a)[N]);  
void fun(int a[][N]);  
void fun(int a[2][N]);  
void fun(int a[10][N]);
```

可以传递 `int [K][N]` 给 `fun`，其中 `K` 可以是任意值。

- 第二维大小必须是 `N`。`Type [10]` 和 `Type [100]` 是不同的类型，指向它们的指针之间不兼容。



## 传递二维数组

以下声明中，参数 `a` 分别具有什么类型？哪些可以接受一个二维数组 `int [N][M]` ？

1. `void fun(int a[N][M])`

2. `void fun(int (*a)[M])`

3. `void fun(int (*a)[N])`

4. `void fun(int **a)`

5. `void fun(int *a[])`

6. `void fun(int *a[N])`

7. `void fun(int a[100][M])`

8. `void fun(int a[N][100])`

## 传递二维数组

以下声明中，参数 `a` 分别具有什么类型？哪些可以接受一个二维数组 `int [N][M]` ？

1. `void fun(int a[N][M])` ：指向 `int [M]` 的指针，可以
2. `void fun(int (*a)[M])` ：同 1
3. `void fun(int (*a)[N])` ：指向 `int [N]` 的指针，不可以
4. `void fun(int **a)` ：指向 `int *` 的指针，不可以
5. `void fun(int *a[])` ：同 4
6. `void fun(int *a[N])` ：同 4
7. `void fun(int a[100][M])` ：同 1
8. `void fun(int a[N][100])` ：指向 `int [100]` 的指针，当且仅当 `M==100` 时可以

## 矩阵乘法

定义一个函数，计算两个矩阵的乘积，两个矩阵分别是  $N \times M$  和  $M \times P$  的。

简单点，元素都是整数。

如何设计接口？

## 矩阵乘法

定义一个函数，计算两个矩阵的乘积，两个矩阵分别是  $N \times M$  和  $M \times P$  的。

```
void matmul(int a[N][M], int b[M][P], int result[N][P]);
```

## 插入排序

定义一个函数，给一个整数序列排序。如何设计接口？

## 插入排序

定义一个函数，给一个整数序列排序。如何设计接口？

```
void insertion_sort(int *a, int n);
```

或者

```
void insertion_sort(int *begin, int *end);
```

# 插入排序

思想：从左往右处理每一个元素。

在处理第  $i$  个元素的时候，**假定**前  $i - 1$  个元素是有序的。（画饼）

在处理完第  $i$  个元素时，**保证**前  $i$  个元素是有序的。（把画的饼实现）

最终，所有元素就都是有序的。

# 插入排序

思想：从左往右处理每一个元素。

在处理第  $i$  个元素的时候，**假定**前  $i - 1$  个元素是有序的。（画饼）

在处理完第  $i$  个元素时，**保证**前  $i$  个元素是有序的。（把画的饼实现）

- 在前  $i - 1$  个元素中，找到  $a_i$  合适的插入位置，把它插入那个位置。
- 如何插入？

最终，所有元素就都是有序的。



# 插入排序

思想：从左往右处理每一个元素。

在处理第  $i$  个元素的时候，**假定**前  $i - 1$  个元素是有序的。（画饼）

在处理完第  $i$  个元素时，**保证**前  $i$  个元素是有序的。（把画的饼实现）

- 在前  $i - 1$  个元素中，找到  $a_i$  合适的插入位置，把它插入那个位置。
- 由于序列是连续存储的，我们只能把中间那一段集体往后挪一格。

最终，所有元素就都是有序的。

## 二分查找

接受一个有序（升序）序列以及一个元素 `target`，查找第一个比 `target` 大的元素。

```
int binary_search(int *a, int n, int target);
```

或者

```
int binary_search(int *begin, int *end, int target);
```