中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

计算机程序设计

附录一　总复习

白雪飞

中国科学技术大学微电子学院

笔试安排

期末考试

- 2026-01-10，14:30-16:30，3B101、3B102教室（暂定）

考试范围

- 教材第三、四、五章内容
- 笔试不考：二维数组的行指针、二维数组用作函数参数、命令行参数、指向函数的指针、文件处理、链表（上机考试要考）

考试题型

- 单选（~16分）
- 多选（~14分）
- 单项填空（~20分）：包括阅读程序写运行结果
- 程序填空（~30分）
- 画流程图（~20分）

主要语法元素

数据	运算	控制	传输
• 数据类型 • 数据存储 • 数据访问 • 数据处理	• 运算规则 • 运算符 • 表达式	• 控制语句 • 控制算法 • 结构化设计 • 模块化设计	• 函数参数 • 函数返回值 • 输入输出 • 文件访问

数据类型

数据类型包含的信息

- 数据值的特征
- 数据的编码方式
- 数据的取值范围
- 数据占用内存空间的大小
- 数据可以施加的运算类型

常量的数据类型

- 整型常量缺省类型由int开始按照类型等级次序自动选取
- 字符型常量缺省类型是int（不是char）
  - 注意转义字符的写法，'\n','\t','\\','\0','\123','\xab'
- 浮点型常量缺省类型是double
- 字符串常量类型为字符数组
  - 如"hello"的数据类型是char[6]

运算符的优先级

运算符的优先级

- 共15级
- 不需要记住运算符的具体优先级
- 只需要记住主要运算符的优先顺序
- 要能够按照正确的运算次序对表达式求值

运算符的运算次序

- 误区：在表达式中，优先级最高的运算符最先被计算
- 例如，逻辑运算符的短路效应

运算符的操作数

- **操作数个数**
  - 一元运算符、二元运算符、三元运算符
- **操作数的数据类型**
  - 运算符决定了操作数的数据类型
  - 求余运算符%：两个操作数都必须是整数类型
  - 指针运算符*：操作数必须是指针类型
  - 下标运算符[]：一个操作数必须是指针类型，另一个操作数必须是整数类型

运算符的结合方向

- **右结合**
  - 从右算到左，先右后左
  - 除后缀++和后缀--之外的一元运算符
  - 赋值运算符
  - 条件运算符

- **左结合**
  - 从左算到右，先左后右

运算符的注意点

- **求余运算符%**
  - 两个操作数必须都是整数类型
  - 运算结果符号与左操作数符号相同

- **前缀自增++和自减运算符--**
  - 一元运算符，优先级2，右结合
  - 有副作用，运算后操作数的值加/减1，要求操作数必须是左值
  - 前缀自增/自减表达式的值是操作数加/减1以后的值

- **后缀自增++和自减运算符--**
  - 一元运算符，优先级1，左结合
  - 有副作用，运算后操作数的值加/减1，要求操作数必须是左值
  - 后缀自增/自减表达式的值是操作数的原值

运算符的注意点

赋值运算符

- 优先级14，仅高于逗号运算符，右结合
- 有副作用，左操作数的值会发生改变，要求左操作数必须是左值
- 赋值表达式的值就是被赋的值
- 赋值表达式的数据类型就是左操作数的数据类型
- 注意复合赋值运算符的求值规则

赋值表达式的求值过程

- 计算赋值运算符右操作数的值
- 将上述求值结果自动转换成左操作数的类型
- 将上述处理结果装入左操作数的内存空间

运算符的注意点

- 长度运算符sizeof
  - 单目运算符，优先级2，右结合
  - 形式一：sizeof(类型名)
    - 必须有括号
    - 求该类型的数据占用内存字节数
  - 形式二：sizeof 表达式
    - 不需要括号，但因为sizeof优先级较高，表达式经常需要括号保证运算次序
    - 求该表达式类型的数据占用内存字节数
    - 操作数表达式本身不会被求值
  - sizeof表达式的数据类型是int

运算符的注意点

- **逻辑运算符**
  - 逻辑表达式的数据类型是int
  - 当逻辑表达式运算结果为真时，值为1
  - 当逻辑表达式运算结果为假时，值为0

- **逻辑运算符的短路效应**
  - exp1 && exp2，当表达式exp1为假时，不计算表达式exp2
  - exp1 || exp2，当表达式exp1为真时，不计算表达式exp2
  - 当表达式exp2存在副作用时（赋值、自增/自减），短路效应将影响变量的值

运算符的注意点

条件运算符

- 唯一的三目运算符，优先级13，右结合

条件表达式

- exp1 ? exp2 : exp3
- 如果exp2和exp3的类型不一致，则进行隐式类型转换
- exp1 ? exp2 : exp3 ? exp4 : exp5
  - 等价于：exp1 ? exp2 : (exp3 ? exp4 : exp5)
  - 而不是：(exp1 ? exp2 : exp3) ? exp4 : exp5

变量的声明和类型

- 声明的形式和使用的形式相似
  - `int *p;` // *p的类型是int
  - `char a[1][4];` // a[i][j]的类型是char，a[i]的类型是char[4]
  - `float *a[4];` // a[i]的类型是float*，*a[i]的类型是float

- 移除声明中的标识符即为类型
  - `int *`
  - `char [3][4]`
  - `float *[4]`

字符串的输入方式

- scanf()函数
  - scanf("%s", str);
  - 不能输入空白字符
- gets()或fgets()函数
  - gets(str);
  - fgets(str, MAX_SIZE, stdin);
  - 输入一行字符，以回车符结束
- getchar()函数
  - 使用循环逐个字符输入，可以输入所有字符
  - 可以自己设定结束指示字符，编程比较麻烦，但使用更灵活
  - 不要忘记字符串结束标志'\0'需要编程补上

函数的参数和返回值

参数传递

- 实参至形参的“单向值传递”
- 实参和形参的类型必须相同或赋值兼容
- 形参的值发生的改变不能传递给实参
- 指针型实参和形参的传递同样遵循上述规则
- 指针型实参和形参指向了内存中的同一数据块

返回值

- 函数返回值的数据类型在函数定义时通过“函数类型”指定
- 如果return语句中表达式值的类型与“函数类型”不一致，以“函数类型”为准
  - 若为数值类型的表达式，将自动进行类型转换
  - 若无法实现自动类型转换，则编译时发生错误

数组作为函数参数

一维数组作为函数参数

- 形参可定义为数组或指针形式，但形参实质上是指针类型
- 形参定义为数组形式时，长度可以不指定，即使指定也无作用
- 实参可以使用相应类型的数组名，但不可附加多余的下标运算符
- 实参也可以使用相应类型的指针
- 函数调用时，实参表示的数组首地址传递给形参指针，则形参和实参都指向了同一个数组

使用元素类型参数访问二维数组

- 形参定义为指向元素的指针
- 实参使用二维数组的第0行
- 利用二维数组元素的存储方式与一维数组元素的对应关系，将行列下标转换为一维下标

数据访问

如何访问内存数据

- 数据在哪里（地址、指针）
- 数据是什么（数据类型）

主要内存数据的访问方法

- 变量：地址由编译器根据变量名判断、数据类型
- 数组元素：数组名（起始地址）、数组下标（地址偏移量）、数组元素类型
- 二维数组的行：数组名（起始地址）、行下标（地址偏移量）、数据类型（行）
- 指针指向的数据：指针值、指针基类型
- 字符串：起始地址（字符指针、字符数组名）、结束标志（`'\0'`）

指针的灵活运用

指针的属性

- 地址值：来自内存数据的地址，如，变量地址、数组、字符串、指针赋值、函数名、动态存储分配
- 基类型：由程序指定，变量定义、取地址运算、强制类型转换、函数调用

指针的运用

- 可以根据需要选择合适的基类型，并不一定和地址值来源同类型
- 例如，利用指向元素的指针访问二维数组
  - `char a[M][N], *p=(char *)a; // p=*a, p=a[0]`
  - `p[i*N+j]` 即 `a[i][j]`

注意在任何情况下都要避免引用任何类型的无效指针

数组与指针

数组与指针

- 数组名大部分情况下可以看做指针
  - 数组名表示数组的起始地址，基类型是数组元素类型
- 数组名不能被修改，称为“常量指针”
  - 不能用作左值：不能作为赋值、自增、自减运算符的操作数

数组名什么时候不是指针

- 当需要关心数组在内存中占用字节数时，数组不能看作指针
  - 数组的字节数 = 数组元素的字节数 * 数组元素的个数
  - 指针的字节数 = 8 （以64位编译系统为例）
- 什么时候需要关心数组的字节数
  - sizeof运算符的操作数
  - 取址运算符&的操作数（属于用作指针的基类型的一种情况）
  - 用作指针的基类型：例如，行指针的基类型

数组与指针

定义之后在内存中得到了什么

- 数组：存放所有元素的一段连续内存空间
  - 可以使用初始化或赋值的方式，将数据填充到数组元素的空间中
- 指针：存放一个指针（地址）的内存空间
  - 可以使用初始化或赋值的方式，将一个有效地址存入指针变量的空间中

使用字符串常量对字符数组和字符指针初始化或赋值

- 初始化
  - `char astr[20] = "Hello World!";// 字符串内容依次填充进字符数组的元素`
  - `char *pstr = "Hello World!";    // 字符串常量首地址存入字符指针变量`
- 赋值
  - `astr = "Hello World!";          // 错误！数组不能整体赋值`
  - `pstr = "Hello World!";          // 正确！指针指向字符串常量的首地址`

下标运算符

下标运算符和指针运算的关系

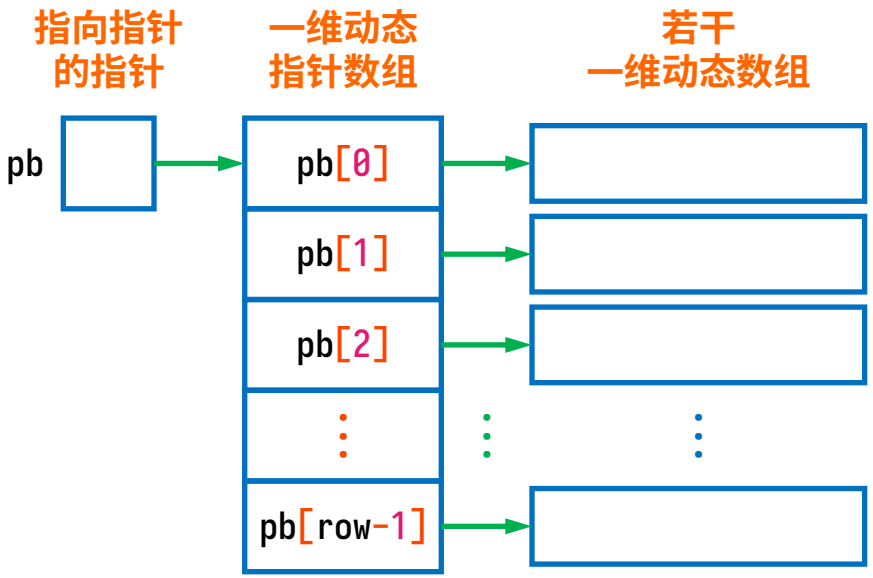
- a[i] 等价于 *(a+i) 等价于 *(i+a) 等价于 i[a]
- a[i]可以看作是*(a+i)的简写，便于书写和理解
- *(a+i)才是其运算的本质
- 表达式中，下标运算符的操作数是（指向数据集合的）指针，而并不要求必须是数组，比如也可以是动态分配内存空间的首地址
- 非形参的变量声明中，下标运算符表示数据类型为数组

两次下标运算

- a[i][j]，其中，a可能是二维数组、指向行的指针、一维指针数组、指向指针的指针等任何可以做两次指针运算的数据类型

指向指针的指针

- **无效指针问题**
  - 两级指针都须避免使用无效指针
- **下标运算**
  - 任何一级指针如果是指向数据集合的，都可以使用下标运算符
  - 注意与一维数组、二维数组之间区分清楚
- **二维动态数组**
  - 若干个用一维指针数组联系起来的不等长一维数组



回车和换行

- **来源**
  - 回车和换行来自电传打字机
  - 回车(Carriage Return, CR)表示回到一行的开头
  - 换行(Line Feed, LF)表示换到下一行

- **计算机系统中的换行(newline, line break, `EOL`)**
  - 回车符(`CR,0x0D,\r`)、换行符(`LF,0x0A,\n`)
    - Unix和Linux、Mac OS X系统：以`LF(\n)`作为`EOL`
    - Mac OS 9之前版本系统：以`CR(\r)`作为`EOL`
    - MS DOS/Windows系统：以`CR+LF(\r\n)`作为`EOL`
  - 当在键盘输入Enter键，实际输入的字符参照上述描述
  - C语言中统一使用`LF(\n)`表示Enter键的输入和`EOL`

文件的打开模式

- **文件的打开模式和文本文件、二进制文件**
  - 打开文件时的“文本模式”和“二进制模式”，并不是说打开的文件是“文本文件”或“二进制文件”
  - 任何文件都可以使用“文本模式”或“二进制模式”打开
  - 用“文本模式”打开二进制文件可能无法得到期望的结果
- **不同的文件打开模式对回车换行符的处理**
  - 以文本模式打开文件
    - 输入（读文件）时，“与平台相关的**EOL**”转换为换行符(**LF**)
    - 输出（写文件）时，换行符(**LF**)转换为“与平台相关的**EOL**”
    - Windows系统下，“与平台相关的**EOL**”即**CR+LF**
    - Unix/Linux系统下，“与平台相关的**EOL**”即**LF**（不需转换）
  - 以二进制模式打开文件，不进行回车符、换行符的转换

语法要点

- **运算符和表达式**
  - 求值规则
  - 注意运算结果的数据类型和范围
- **格式化输入输出**
- **基本语句**
  - 注意`switch`、`break`、`continue`
- **数组**
  - 一维数组、二维数组、字符串
- **函数**
  - 参数传递规则
  - 递归调用
  - 变量存储类型
- **指针运算**
  - 数组的指针
  - 字符串的指针
  - 指针数组和指针的指针
  - 指针型函数参数、返回值
- **结构体**
  - 结构体指针
  - 链表

算法要点

- **字符串操作**
  - 复制、连接、比较、求长度、求子串位置
  - 利用以上操作进行字符串的复杂处理
- **数组操作**
  - 排序算法：插入排序、选择排序、冒泡排序、交换排序
  - 查找算法：普通查找（顺序查找）、折半查找（二分查找）
  - 其他算法：逆序、插入元素、删除元素
  - 矩阵运算：转置、加法、乘法
- **链表操作**
  - 建立、遍历、插入结点、删除结点

本章结束