

指针的进阶

1. 字符指针
2. 数组指针
3. 指针数组
4. 数组传参和指针传参
5. 函数指针
6. 函数指针数组
7. 指向函数指针数组的指针
8. 回调函数
9. 指针和数组面试题的解析

正文开始@比特科技

指针的主题，我们在初级阶段的《指针》章节已经接触过了，我们知道了指针的概念：

1. 指针就是个变量，用来存放地址，地址唯一标识一块内存空间。
2. 指针的大小是固定的4/8个字节（32位平台/64位平台）。
3. 指针是有类型，指针的类型决定了指针的+ - 整数的步长，指针解引用操作的时候的权限。
4. 指针的运算。

这个章节，我们继续探讨指针的高级主题。

字符指针

在指针的类型中我们知道有一种指针类型为字符指针 `char*`；

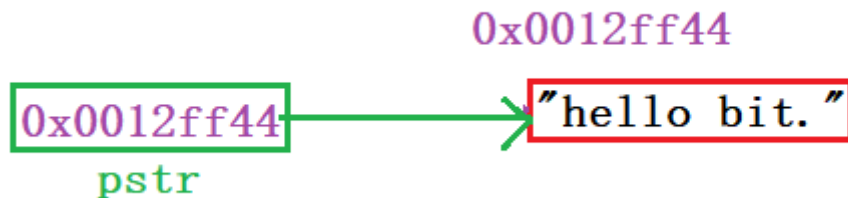
一般使用：

```
int main()
{
    char ch = 'w';
    char *pc = &ch;
    *pc = 'w';
    return 0;
}
```

还有一种使用方式如下：

```
int main()
{
    char* pstr = "hello bit."; //这里是把一个字符串放到pstr指针变量里了吗？
    printf("%s\n", pstr);      把首字符的地址放到指针变量里，%s打印字符串，遇到\0停止
    return 0;
}
```

代码 `char* pstr = "hello bit."`；特别容易让同学以为是把字符串 `hello bit` 放到字符指针 `pstr` 里了，但是/本质是把字符串 `hello bit.` 首字符的地址放到了 `pstr` 中。



上面代码的意思是把一个常量字符串的首字符 h 的地址存放到指针变量 pstr 中。

常量字符串中的内容不可以修改

那就有可这样的面试题：

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    char str1[] = "hello bit.";
    char str2[] = "hello bit.";
    char *str3 = "hello bit.";
    char *str4 = "hello bit.";

    if(str1 == str2) 数组名就是首元素地址，这两不一样
        printf("str1 and str2 are same\n");
    else
        printf("str1 and str2 are not same\n");

    if(str3 == str4)
        printf("str3 and str4 are same\n");
    else
        printf("str3 and str4 are not same\n");

    return 0;
}
```

这里加上const更好

这里最终输出的是：

A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar shows the path `C:\WINDOWS\system32\cmd.exe`. The output of the program is displayed in a monospaced font: `str1 and str2 are not same`, `str3 and str4 are same`, and `请按任意键继续. . .`. A mouse cursor is visible at the bottom left of the window.

这里str3和str4指向的是一个同一个常量字符串。C/C++会把常量字符串存储到单独的一个内存区域，当几个指针。指向同一个字符串的时候，他们实际会指向同一块内存。但是用相同的常量字符串去初始化不同的数组的时候就会开辟出不同的内存块。所以str1和str2不同，str3和str4不同。

指针数组

在《指针》章节我们也学了指针数组，指针数组是一个存放指针的数组。

这里我们再复习一下，下面指针数组是什么意思？

```
int* arr1[10]; //整形指针的数组
char *arr2[4]; //一级字符指针的数组
char **arr3[5]; //二级字符指针的数组
```

数组指针

数组指针的定义

数组指针是指针？还是数组？

答案是：指针。

我们已经熟悉：整形指针：`int * pint`；能够指向整形数据的指针。浮点型指针：`float * pf`；能够指向浮点型数据的指针。

那数组指针应该是：能够指向数组的指针。

能够存放数组的地址 `int arr[10]={0};`
arr:数组首元素的地址
&arr[0]:数组首元素的地址
&arr : 数组的地址
`int (*p)[10]=&arr`

下面代码哪个是数组指针？

```
int *p1[10];
int (*p2)[10];
//p1, p2分别是什么？
```

解释：

```
int (*p)[10];
//解释：p先和*结合，说明p是一个指针变量，然后指着指向的是一个大小为10个整型的数组。所以p是一个指针，指向一个数组，叫数组指针。

//这里要注意：[]的优先级要高于*号的，所以必须加上（）来保证p先和*结合。
```

&数组名VS数组名

对于下面的数组：

```
int arr[10];
```

arr 和 &arr 分别是啥？

我们知道arr是数组名，数组名表示数组首元素的地址。

那&arr数组名到底是啥？

我们看一段代码：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[10] = {0};
    printf("%p\n", arr);
    printf("%p\n", &arr);
    return 0;
}
```

运行结果如下：

指针数组
数组指针

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

arr = 00EFF920
&arr= 00EFF920
请按任意键继续. . .
```

可见数组名和&数组名打印的地址是一样的。

难道两个是一样的吗？

我们再看一段代码：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[10] = { 0 };
    printf("arr = %p\n", arr);
    printf("&arr= %p\n", &arr);

    printf("arr+1 = %p\n", arr+1);
    printf("&arr+1= %p\n", &arr+1);
    return 0;
}
```

```
template test - Microsoft Visual Studio

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe

arr = 0133FBB0
&arr= 0133FBB0
arr+1 = 0133FBB4
&arr+1= 0133FBD8
请按任意键继续. . .
```

根据上面的代码我们发现，其实&arr和arr，虽然值是一样的，但是意义应该不一样的。

实际上： &arr 表示的是**数组的地址**，而不是数组首元素的地址。（细细体会一下）

数组的地址+1，跳过整个数组的大小，所以 &arr+1 相对于 &arr 的差值是40。

数组指针的使用

那数组指针是怎么使用的呢？

既然数组指针指向的是数组，那数组指针中存放的应该是数组的地址。

看代码：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,0};
    int (*p)[10] = &arr; //把数组arr的地址赋值给数组指针变量p
    //但是我们一般很少这样写代码
    return 0;
}
```

一个数组指针的使用：

```
#include <stdio.h>
void print_arr1(int arr[3][5], int row, int col)
{
    //传参数组
    int i = 0;
    for(i=0; i<row; i++)
    {
        for(j=0; j<col; j++)
        {
            printf("%d ", arr[i][j]);
        }
        printf("\n");
    }
}
void print_arr2(int (*arr)[5], int row, int col)
{
    //传参数组指针
    int i = 0;
    for(i=0; i<row; i++)
    {
        for(j=0; j<col; j++)
        {
            printf("%d ", arr[i][j]);
        }
        printf("\n");
    }
}
int main()
{
    int arr[3][5] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
    print_arr1(arr, 3, 5);
    //数组名arr，表示首元素的地址
    //但是二维数组的首元素是二维数组的第一行
    //所以这里传递的arr，其实相当于第一行的地址，是一维数组的地址
    //可以数组指针来接收
    print_arr2(arr, 3, 5);
    return 0;
}
```

学了指针数组和数组指针我们来一起回顾并看看下面代码的意思：

```

int arr[5]; 数组
int *parr1[10]; 指针数组
int (*parr2)[10]; 数组指针
int (*parr3[10])[5]; 数组指针数组, parr3是一个数组, 有10个元素, 每个元素是一个数组指针, 该指针指向的数组有5个元素

```

数组参数、指针参数

指针数组保存数组指针

在写代码的时候难免要把【数组】或者【指针】传给函数，那函数的参数该如何设计呢？

一维数组传参

```

#include <stdio.h>
void test(int arr[])//ok?      传数组
{
}
void test(int arr[10])//ok?
{
}
void test(int *arr)//ok?      传数组指针
{
}
void test2(int *arr[20])//ok?  传数组, 这里是指针数组
{
}
void test2(int **arr)//ok?  传指针, 这里是指针数组指针
{
}
int main()
{
    int arr[10] = {0};
    int *arr2[20] = {0};
    test(arr);
    test2(arr2);
}

```

二维数组传参

```

void test(int arr[3][5])//ok?
{
}
void test(int arr[][5])//ok?
{
}
void test(int arr[][5])//ok?
{
}
//总结: 二维数组传参, 函数形参的设计只能省略第一个[]的数字。
//因为对一个二维数组, 可以不知道有多少行, 但是必须知道一行多少元素。
//这样才方便运算。      二维数组, 行坐标可以省略, 列坐标不可以省略

void test(int *arr)//ok?
{
}
void test(int* arr[5])//ok?
{
}
void test(int (*arr)[5])//ok?
{
}
void test(int **arr)//ok?  二级指针用来存放一级指针变量的地址, 二维数组名是首元素的地址, 二维数组的首元素是
{
}
int main()
{
    int arr[3][5] = {0};
    test(arr);
}

```

一级指针传参

```
#include <stdio.h>
void print(int *p, int sz)
{
    int i = 0;
    for(i=0; i<sz; i++)
    {
        printf("%d\n", *(p+i));
    }
}
int main()
{
    int arr[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9};
    int *p = arr;
    int sz = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    //一级指针p, 传给函数
    print(p, sz);
    return 0;
}
```

思考：

当一个函数的参数部分为一级指针的时候，函数能接收什么参数？

比如：

```
void test1(int *p)
{
    //test1函数能接收什么参数？
}
void test2(char* p)
{
    //test2函数能接收什么参数？
}
```

可以传递一个变量的地址，或者是一个一级指针变量

二级指针传参

```
#include <stdio.h>
void test(int** ptr)
{
    printf("num = %d\n", **ptr);
}
int main()
{
    int n = 10;
    int*p = &n;
    int **pp = &p;
    test(pp);
    test(&p);
    return 0;
}
```

思考：

当函数的参数为二级指针的时候，可以接收什么参数？

- 1.二级指针变量
- 2.一级指针变量的地址
- 3.一级指针数组的首元素的地址

```

void test(char **p)
{

}

int main()
{
    char c = 'b';
    char*pc = &c;
    char**ppc = &pc;
    char* arr[10];
    test(&pc);
    test(ppc);
    test(arr); //ok?
    return 0;
}

```

函数指针

数组指针，指向数组的指针

函数指针，指向函数的指针，用来存放函数的地址

首先看一段代码：

```

#include <stdio.h>
void test()
{
    printf("hehe\n");
}

int main()
{
    printf("%p\n", test); //p 打印地址
    printf("%p\n", &test);
    return 0;
}

```

输出的结果：

```

013211DB
013211DB
请按任意键继续. . .

```

输出的是两个地址，这两个地址是 test 函数的地址。那我们的函数的地址要想保存起来，怎么保存？
下面我们看代码：&函数名和函数名都是函数的地址，与数组不一样

```

void test()
{
    printf("hehe\n");
}

//下面pfun1和pfun2哪个有能力存放test函数的地址？
void (*pfun1)();
void *pfun2(); //里边存放函数参数类型

```

首先，能给存储地址，就要求pfun1或者pfun2是指针，那哪个是指针？答案是：

pa是一个函数指针，在使用该指针时可以加*号解引用*pa，也可以直接使用pa

pfun1可以存放。pfun1先和*结合，说明pfun1是指针，指针指向的是一个函数，指向的函数无参数，返回值类型为void。

阅读两段有趣的代码：

```
//代码1 强制转换类型，解引用调用一个函数，函数参数为空
(*(void (*)())0)();
//代码2
void (*signal(int, void(*)(int)))(int);
```

注:推荐《C陷阱和缺陷》

这本书中提及这两个代码。

代码2太复杂，如何简化：

```
typedef void(*pfun_t)(int);
pfun_t signal(int, pfun_t);
```

函数指针数组

数组是一个存放相同类型数据的存储空间，那我们已经学习了指针数组，比如：

```
int *arr[10];
//数组的每个元素是int*
```

那要把函数的地址存到一个数组中，那这个数组就叫函数指针数组，那函数指针的数组如何定义呢？

```
int (*parr1[10])();
int *parr2[10]();
int (*)() parr3[10];
```

答案是：parr1 parr1先和[]结合，说明parr1是数组，数组的内容是什么呢？是int (*)()类型的函数指针。

函数指针数组的用途：转移表

例子：（计算器）

```
#include <stdio.h>
int add(int a, int b)
{
    return a + b;
}
int sub(int a, int b)
{
    return a - b;
}
int mul(int a, int b)
{
    return a*b;
}
int div(int a, int b)
{
    return a / b;
}
```

```

int main()
{
    int x, y;
    int input = 1;
    int ret = 0;
    do
    {
        printf( "*****\n" );
        printf( "  1:add          2:sub  \n" );
        printf( "  3:mul          4:div  \n" );
        printf( "*****\n" );
        printf( "请选择: " );
        scanf( "%d", &input);
        switch (input)
        {
            case 1:
                printf( "输入操作数: " );
                scanf( "%d %d", &x, &y);
                ret = add(x, y);
                printf( "ret = %d\n", ret);
                break;
            case 2:
                printf( "输入操作数: " );
                scanf( "%d %d", &x, &y);
                ret = sub(x, y);
                printf( "ret = %d\n", ret);
                break;
            case 3:
                printf( "输入操作数: " );
                scanf( "%d %d", &x, &y);
                ret = mul(x, y);
                printf( "ret = %d\n", ret);
                break;
            case 4:
                printf( "输入操作数: " );
                scanf( "%d %d", &x, &y);
                ret = div(x, y);
                printf( "ret = %d\n", ret);
                break;
            case 0:
                printf("退出程序\n");
                break;
            default:
                printf( "选择错误\n" );
                break;
        }
    } while (input);

    return 0;
}

```

使用函数指针数组的实现：

```

#include <stdio.h>
int add(int a, int b)
{
    return a + b;
}

```

```

}
int sub(int a, int b)
{
    return a - b;
}
int mul(int a, int b)
{
    return a*b;
}
int div(int a, int b)
{
    return a / b;
}
int main()
{
    int x, y;
    int input = 1;
    int ret = 0;
    int(*p[5])(int x, int y) = { 0, add, sub, mul, div }; //转移表
    while (input)
    {
        printf( "*****\n" );
        printf( "  1:add          2:sub  \n" );
        printf( "  3:mul          4:div  \n" );
        printf( "*****\n" );
        printf( "请选择: " );
        scanf( "%d", &input);
        if ((input <= 4 && input >= 1))
        {
            printf( "输入操作数: " );
            scanf( "%d %d", &x, &y);
            ret = (*p[input])(x, y);
        }
        else
            printf( "输入有误\n" );
        printf( "ret = %d\n", ret);
    }
    return 0;
}

```

指向函数指针数组的指针

指向函数指针数组的指针是一个 指针 指针指向一个 数组，数组的元素都是 函数指针；

如何定义？

```

void test(const char* str)
{
    printf("%s\n", str);
}
int main()
{
    //函数指针pfun
    void (*pfun)(const char*) = test;
    //函数指针的数组pfunArr
}

```

```

void (*pfunArr[5])(const char* str);
pfunArr[0] = test;
//指向函数指针数组pfunArr的指针ppfunArr
void (*(ppfunArr)[10])(const char*) = &pfunArr;
return 0;
}

```

回调函数

回调函数就是一个通过函数指针调用的函数。如果你把函数的指针（地址）作为参数传递给另一个函数，当这个指针被用来调用其所指向的函数时，我们就说这是回调函数。回调函数不是由该函数的实现方直接调用，而是在特定的事件或条件发生时由另外的一方调用的，用于对该事件或条件进行响应。

首先演示一下qsort函数的使用：

```

#include <stdio.h>

//qsort函数的使用者得实现一个比较函数
int int_cmp(const void * p1, const void * p2)
{
    return (*(int *)p1 - *(int *) p2);
}

int main()
{
    int arr[] = { 1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 8, 0 };
    int i = 0;

    qsort(arr, sizeof(arr) / sizeof(arr[0]), sizeof (int), int_cmp);
    for (i = 0; i < sizeof(arr) / sizeof(arr[0]); i++)
    {
        printf( "%d ", arr[i]);
    }
    printf("\n");
    return 0;
}

```

使用回调函数，模拟实现qsort（采用冒泡的方式）。

注意：这里第一次使用 void* 的指针，讲解 void* 的作用。

void*类型的指针，可以接受任何类型元素的地址
void*类型的指针不能进行解引用操作、不能进行+/-整数的操作

```

#include <stdio.h>

int int_cmp(const void * p1, const void * p2)
{
    return (*(int *)p1 - *(int *) p2);
}

void _swap(void *p1, void * p2, int size)
{
    int i = 0;
    for (i = 0; i < size; i++)
    {
        char tmp = *((char *)p1 + i);

```

字符串比较不能直接用>=<来比较，应该用strcmp函数

```

        *((char *)p1 + i) = *((char *)p2 + i);
        *((char *)p2 + i) = tmp;
    }
}

void bubble(void *base, int count, int size, int(*cmp)(void *, void *))
{
    int i = 0;
    int j = 0;
    for (i = 0; i < count - 1; i++)
    {
        for (j = 0; j < count - i - 1; j++)
        {
            if (cmp((char *)base + j * size, (char *)base + (j + 1) * size) > 0)
            {
                _swap((char *)base + j * size, (char *)base + (j + 1) * size, size);
            }
        }
    }
}

int main()
{
    int arr[] = { 1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 8, 0 };
    //char *arr[] = {"aaaa", "dddd", "cccc", "bbbb"};
    int i = 0;
    bubble(arr, sizeof(arr) / sizeof(arr[0]), sizeof(int), int_cmp);
    for (i = 0; i < sizeof(arr) / sizeof(arr[0]); i++)
    {
        printf("%d ", arr[i]);
    }
    printf("\n");
    return 0;
}

```

函数指针，调用函数

指针和数组笔试题解析

```

//一维数组
int a[] = {1,2,3,4};
printf("%d\n", sizeof(a));
printf("%d\n", sizeof(a+0));
printf("%d\n", sizeof(*a));
printf("%d\n", sizeof(a+1));
printf("%d\n", sizeof(a[1]));
printf("%d\n", sizeof(&a));
printf("%d\n", sizeof(*&a));
printf("%d\n", sizeof(&a+1));
printf("%d\n", sizeof(&a[0]));
printf("%d\n", sizeof(&a[0]+1));

//字符数组
char arr[] = {'a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f'};
printf("%d\n", sizeof(arr));
printf("%d\n", sizeof(arr+0));
printf("%d\n", sizeof(*arr));
printf("%d\n", sizeof(arr[1]));

```

```
printf("%d\n", sizeof(&arr));  
printf("%d\n", sizeof(&arr+1));  
printf("%d\n", sizeof(&arr[0]+1));
```

```
printf("%d\n", strlen(arr));  
printf("%d\n", strlen(arr+0));  
printf("%d\n", strlen(*arr));  
printf("%d\n", strlen(arr[1]));  
printf("%d\n", strlen(&arr));  
printf("%d\n", strlen(&arr+1));  
printf("%d\n", strlen(&arr[0]+1));
```

```
char arr[] = "abcdef";  
printf("%d\n", sizeof(arr));  
printf("%d\n", sizeof(arr+0));  
printf("%d\n", sizeof(*arr));  
printf("%d\n", sizeof(arr[1]));  
printf("%d\n", sizeof(&arr));  
printf("%d\n", sizeof(&arr+1));  
printf("%d\n", sizeof(&arr[0]+1));
```

```
printf("%d\n", strlen(arr));  
printf("%d\n", strlen(arr+0));  
printf("%d\n", strlen(*arr));  
printf("%d\n", strlen(arr[1]));  
printf("%d\n", strlen(&arr));  
printf("%d\n", strlen(&arr+1));  
printf("%d\n", strlen(&arr[0]+1));
```

```
char *p = "abcdef";  
printf("%d\n", sizeof(p));  
printf("%d\n", sizeof(p+1));  
printf("%d\n", sizeof(*p));  
printf("%d\n", sizeof(p[0]));  
printf("%d\n", sizeof(&p));  
printf("%d\n", sizeof(&p+1));  
printf("%d\n", sizeof(&p[0]+1));
```

```
printf("%d\n", strlen(p));  
printf("%d\n", strlen(p+1));  
printf("%d\n", strlen(*p));  
printf("%d\n", strlen(p[0]));  
printf("%d\n", strlen(&p));  
printf("%d\n", strlen(&p+1));  
printf("%d\n", strlen(&p[0]+1));
```

//二维数组

```
int a[3][4] = {0};  
printf("%d\n", sizeof(a));  
printf("%d\n", sizeof(a[0][0]));  
printf("%d\n", sizeof(a[0]));  
printf("%d\n", sizeof(a[0]+1));  
printf("%d\n", sizeof(*(a[0]+1)));  
printf("%d\n", sizeof(a+1));  
printf("%d\n", sizeof(*(a+1)));  
printf("%d\n", sizeof(&a[0]+1));  
printf("%d\n", sizeof(&a[0]+1));  
printf("%d\n", sizeof(*(&a[0]+1)));  
printf("%d\n", sizeof(*a));
```

```
printf("%d\n", sizeof(a[3]));
```

总结：数组名的意义：

1. sizeof(数组名)，这里的数组名表示整个数组，计算的是整个数组的大小。
2. &数组名，这里的数组名表示整个数组，取出的是整个数组的地址。
3. 除此之外所有的数组名都表示首元素的地址。

指针笔试题

笔试题1：

```
int main()
{
    int a[5] = { 1, 2, 3, 4, 5 };
    int *ptr = (int *)(&a + 1);
    printf( "%d,%d", *(a + 1), *(ptr - 1));
    return 0;
}
//程序的结果是什么？
```

笔试题2

```
//由于还没学习结构体，这里告知结构体的大小是20个字节
struct Test
{
    int Num;
    char *pcName;
    short sDate;
    char cha[2];
    short sBa[4];
}*p;
//假设p 的值为0x100000。 如下表表达式的值分别为多少？
int main()
{
    printf("%p\n", p + 0x1);
    printf("%p\n", (unsigned long)p + 0x1);
    printf("%p\n", (unsigned int*)p + 0x1);
    return 0;
}
```

笔试题3

```
int main()
{
    int a[4] = { 1, 2, 3, 4 };
    int *ptr1 = (int *)(&a + 1);
    int *ptr2 = (int *)((int)a + 1);
    printf( "%x,%x", ptr1[-1], *ptr2);
    return 0;
}
```

笔试题4

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a[3][2] = { (0, 1), (2, 3), (4, 5) };
    int *p;
    p = a[0];
    printf( "%d", p[0]);
    return 0;
}
```

笔试题5

```
int main()
{
    int a[5][5];
    int(*p)[4];
    p = a;
    printf( "%p,%d\n", &p[4][2] - &a[4][2], &p[4][2] - &a[4][2]);
    return 0;
}
```

笔试题6

```
int main()
{
    int aa[2][5] = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 };
    int *ptr1 = (int *)(&aa + 1);
    int *ptr2 = (int *)(* (aa + 1));
    printf( "%d,%d", *(ptr1 - 1), *(ptr2 - 1));
    return 0;
}
```

笔试题7

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    char *a[] = {"work","at","alibaba"};
    char**pa = a;
    pa++;
    printf("%s\n", *pa);
    return 0;
}
```

笔试题8


```
int main()
{
    char *c[] = {"ENTER", "NEW", "POINT", "FIRST"};
    char**cp[] = {c+3, c+2, c+1, c};
    char***cpp = cp;
    printf("%s\n", **++cpp);
    printf("%s\n", *--*++cpp+3);
    printf("%s\n", *cpp[-2]+3);
    printf("%s\n", cpp[-1][-1]+1);
    return 0;
}
```

本章结束

