

让你不再害怕指针

前言: 复杂类型说明

要了解指针, 多多少少会出现一些比较复杂的类型, 所以我先介绍一下如何完全理解一个复杂类型, 要理解复杂类型其实很简单, 一个类型里会出现很多运算符, 他们也像普通的表达式一样, 有优先级, 其优先级和运算优先级一样, 所以我总结了一下其原则:

从变量名处起, 根据运算符优先级结合, 一步一步分析.

下面让我们先从简单的类型开始慢慢分析吧:

```
int p;           //这是一个普通的整型变量

int *p;          //首先从 P 处开始, 先与*结合, 所以说明 P 是一个指针, 然后再与 int 结合,
                  //说明指针所指向的内容的类型为 int 型. 所以 P 是一个返回整型数据的指针

int p[3];        // 首先从 P 处开始, 先与[]结合, 说明 P 是一个数组, 然后与 int 结合,
                  // 说明数组里的元素是整型的, 所以 P 是一个由整型数据组成的数组

int *p[3];        //首先从 P 处开始, 先与[]结合, 因为其优先级比*高, 所以 P 是一个数组,
                  //然后再与*结合, 说明数组里的元素是指针类型, 然后再与 int 结合,
                  //说明指针所指向的内容的类型是整型的, 所以 P 是一个由返回整型数据
                  //的指针所组成的数组

int (*p)[3];      //首先从 P 处开始, 先与*结合, 说明 P 是一个指针, 然后再与[]结合
                  //(与"()"这步可以忽略, 只是为了改变优先级), 说明指针所指向的
                  //内容是一个数组, 然后再与 int 结合, 说明数组里的元素是整型的.
                  //所以 P 是一个指向由整型数据组成的数组的指针

int **p;          //首先从 P 开始, 先与*结合, 说是 P 是一个指针, 然后再与*结合, 说明指
                  //针所指向的元素是指针, 然后再与 int 结合, 说明该指针所指向的元素
                  //是整型数据. 由于二级指针以及更高级的指针极少用在复杂类型中, 所
                  //以后面更复杂的类型我们就不考虑多级指针了, 最多只考虑一级指针.

int p(int);       //从 P 处起, 先与()结合, 说明 P 是一个函数, 然后进入()里分析, 说明该
                  //函数有一个整型变量的参数, 然后再与外面的 int 结合, 说明函数的
                  //返回值是一个整型数据

Int (*p)(int);    //从 P 处开始, 先与指针结合, 说明 P 是一个指针, 然后与()结合,
```

//说明指针指向的是一个函数,然后再与()里的//int 结合,说明
//函数有一个 int 型的参数,再与最外层的 int 结合,说明函数的
//返回类型是整型,所以 P 是一个指向有一个整型参数且返回
//类型为整型的函数的指针

int *(*p(int))[3]; //可以先跳过,不看这个类型,过于复杂

//从 P 开始,先与()结合,说明 P 是一个函数,然后进入()里面,
//与 int 结合,说明函数有一个整型变量参数,然后再与外面
//的*结合,说明函数返回的是一个指针,然后到最外面一层,
//先与[]结合,说明返回的指针指向的是一个数组,然后再与*结
//合,说明数组里的元素是指针,然后再与 int 结合,说明指针指
//向的内容是整型数据.所以 P 是一个参数为一个整数据且返回
//一个指向由整型指针变量组成的数组的指针变量的函数.

说到这里也就差不多了,我们的任务也就这么多,理解了这几个类型,其它的类型对我们来说也是小菜了,不过我们一般不会用太复杂的类型,那样会大大减小程序的可读性,请慎用,这上面的几种类型已经足够我们用了.

1、细说指针

指针是一个特殊的变量,它里面存储的数值被解释成为内存里的一个地址。要搞清一个指针需要搞清指针的四方面的内容: **指针的类型、指针所指向的类型、指针的值或者叫指针所指向的内存区、指针本身所占据的内存区**。让我们分别说明。

先声明几个指针放着做例子:

例一:

- (1) int*ptr;
- (2) char*ptr;
- (3) int**ptr;
- (4) int (*ptr) [3];
- (5) int* (*ptr) [4];

1.1 指针的类型

从语法的角度看,你只要把指针声明语句里的指针名字去掉,剩下的部分就是这个指针的类型。这是指针本身所具有的类型。让我们看看例一中各个指针的类型:

- (1) `int*ptr;` //指针的类型是 `int*`
 - (2) `char*ptr;` //指针的类型是 `char*`
 - (3) `int**ptr;` //指针的类型是 `int**`
 - (4) `int (*ptr) [3];` //指针的类型是 `int (*) [3]`
 - (5) `int* (*ptr) [4];` //指针的类型是 `int* (*) [4]`
- 怎么样? 找出指针的类型的方法是不是很简单?

1.2 指针所指向的类型

当你通过指针来访问指针所指向的内存区时,指针所指向的类型决定了编译器将把那片内存区里的内容当做什么来看待。

从语法上看,你只须把指针声明语句中的指针名字和名字左边的指针声明符*去掉,剩下的就是指针所指向的类型。例如:

- (1) `int*ptr;` //指针所指向的类型是 `int`
- (2) `char*ptr;` //指针所指向的类型是 `char`
- (3) `int**ptr;` //指针所指向的类型是 `int*`
- (4) `int (*ptr) [3];` //指针所指向的类型是 `int () [3]`
- (5) `int* (*ptr) [4];` //指针所指向的类型是 `int* () [4]`

在指针的算术运算中,指针所指向的类型有很大的作用。

指针的类型(即指针本身的类型)和指针所指向的类型是两个概念。当你对C越来越熟悉时,你会发现,把与指针搅和在一起的"类型"这个概念分成"指针的类型"和"指针所指向的类型"两个概念,是精通指针的关键点之一。我看了不少书,发现有些写得差的书中,就把指针的这两个概念搅在一起了,所以看起书来前后矛盾,越看越糊涂。

1.3 指针的值--或者叫指针所指向的内存区或地址

指针的值是指针本身存储的数值,这个值将被编译器当作一个地址,而不是一个一般的数值。在 32 位程序里,所有类型的指针的值都是一个 32 位整数,因为 32 位程序里内存地

址全都是 32 位长。指针所指向的内存区就是从指针的值所代表的那个内存地址开始，长度为 sizeof(指针所指向的类型) 的一片内存区。以后，我们说一个指针的值是 XX，就相当于说该指针指向了以 XX 为首地址的一片内存区域；我们说一个指针指向了某块内存区域，就相当于说该指针的值是这块内存区域的首地址。

指针所指向的内存区和指针所指向的类型是两个完全不同的概念。在例一中，指针所指向的类型已经有了，但由于指针还未初始化，所以它所指向的内存区是不存在的，或者说是无意义的。

以后，每遇到一个指针，都应该问问：这个指针的类型是什么？指针指的类型是什么？该指针指向了哪里？（重点关注）

1.4 指针本身所占据的内存区

指针本身占了多大的内存？你只要用函数 sizeof(指针的类型) 测一下就知道了。在 32 位平台里，指针本身占据了 4 个字节的长度。

指针本身占据的内存这个概念在判断一个指针表达式是否是左值时很有用。

左值 简单点说就是可以放在赋值运算符左边的表达式。下面让我们来看看他的定义：如果一个表达式可以引用到某一个对象，并且这个对象是一块内存空间且可以被检查和存储，那么这个表达式就可以做为一个左值。当然，有左值当然就会有右值这个概念：右值指的是引用了一个存储在某个内存地址里的数据。一个变量可以同时是左值，同时也是右值，两者不是对立的。

2、指针的算术运算

指针可以加上或减去一个整数。指针的这种运算的意义和通常的数值的加减运算的意义是不一样的，以单元为单位。例如：

例二：

```
char a[20];
int *ptr=(int *)a; //强制类型转换并不会改变 a 的类型
ptr++;
```

在上例中，指针 ptr 的类型是 int*，它指向的类型是 int，它被初始化为指向整型变量 a。接下来的第 3 句中，指针 ptr 被加了 1，编译器是这样处理的：它把指针 ptr 的值加上了 sizeof(int)，在 32 位程序中，是被加上了 4，因为在 32 位程序中，int 占 4 个字节。由于地址是用字节做单位的，故 ptr 所指向的地址由原来的变量 a 的地址向高地址方向增加了 4 个字节。

由于 char 类型的长度是一个字节，所以，原来 ptr 是指向数组 a 的第 0 号单元开始的

四个字节，此时指向了数组 a 中从第 4 号单元开始的四个字节。

我们可以用一个指针和一个循环来遍历一个数组，看例子：

例三：

```
int array[20]={0};
int *ptr=array;
for (i=0; i<20; i++)
{
    (*ptr)++;
    ptr++;
}
```

这个例子将整型数组中各个单元的值加 1。由于每次循环都将指针 ptr 加 1 个单元，所以每次循环都能访问数组的下一个单元。

再看例子：

例四：

```
char a[20]="You_are_a_girl";
int *ptr=(int *)a;
ptr+=5;
```

在这个例子中，ptr 被加上了 5，编译器是这样处理的：将指针 ptr 的值加上 5 乘 sizeof(int)，在 32 位程序中就是加上了 5 乘 4=20。由于地址的单位是字节，故现在的 ptr 所指向的地址比起加 5 后的 ptr 所指向的地址来说，向高地址方向移动了 20 个字节。在这个例子中，没加 5 前的 ptr 指向数组 a 的第 0 号单元开始的四个字节，加 5 后，ptr 已经指向了数组 a 的合法范围之外了。虽然这种情况在应用上会出问题，但在语法上却是可以的。这也体现出了指针的灵活性。

如果上例中，ptr 是被减去 5，那么处理过程大同小异，只不过 ptr 的值是被减去 5 乘 sizeof(int)，新的 ptr 指向的地址将比原来的 ptr 所指向的地址向低地址方向移动了 20 个字节。

下面请允许我再举一个例子：(一个误区)

例五：

```
#include<stdio.h>
int main()
{
    char a[20]=" You_are_a_girl";
    char *p=a;
    char **ptr=&p;

    //printf("p=%d\n", p);
    //printf("ptr=%d\n", ptr);
```

```

//printf ("*ptr=%d\n", *ptr);
printf ("**ptr=%c\n", **ptr);

ptr++;

//printf ("ptr=%d\n", ptr);
//printf ("*ptr=%d\n", *ptr);
printf ("**ptr=%c\n", **ptr);
}

```

误区一、输出答案为 Y 和 o

误解: ptr 是一个 char 的二级指针, 当执行 ptr++; 时, 会使指针加一个 sizeof(char), 所以输出如上结果, 这个可能只是少部分人的结果。

误区二、输出答案为 Y 和 a

误解: ptr 指向一个 char* 类型, 当执行 ptr++; 时, 会使指针加一个 sizeof(char*) (有可能会有人认为这个值为 1, 那就会得到误区一的答案, 这个值应该是 4, 参考前面内容), 即 &p+4; 那进行一次取值运算不就指向数组中的第五个元素了吗? 那输出的结果不就是数组中第五个元素了吗? 答案是否定的。

正解: ptr 的类型是 char**, 指向的类型是一个 char* 类型, 该指向的地址就是 p 的地址 (&p), 当执行 ptr++; 时, 会使指针加一个 sizeof(char*), 即 &p+4; 那 *(&p+4) 指向哪呢, 这个你去问上帝吧, 或者他会告诉你在哪? 所以最后的输出会是一个随机的值, 或许是一个非法操作。

总结一下:

一个指针 ptrold 加(减)一个整数 n 后, 结果是一个新的指针 ptrnew, ptrnew 的类型和 ptrold 的类型相同, ptrnew 所指向的类型和 ptrold 所指向的类型也相同。ptrnew 的值将比 ptrold 的值增加(减少)了 n 乘 sizeof(ptrold 所指向的类型) 个字节。就是说, ptrnew 所指向的内存区将比 ptrold 所指向的内存区向高(低)地址方向移动了 n 乘 sizeof(ptrold 所指向的类型) 个字节。

指针和指针进行加减:

两个指针不能进行加法运算, 这是非法操作, 因为进行加法后, 得到的结果指向一个不知所向的地方, 而且毫无意义。**两个指针可以进行减法操作, 但必须类型相同**, 一般用在数组方面, 不多说了。

3、运算符&和*

这里&是取地址运算符，*是间接运算符。

&a 的运算结果是一个指针，指针的类型是 a 的类型加个*，指针所指向的类型是 a 的类型，指针所指向的地址嘛，那就是 a 的地址。

*p 的运算结果就五花八门了。总之*p 的结果是 p 所指向的东西，这个东西有这些特点：
它的类型是 p 指向的类型，它所占用的地址是 p 所指向的地址。

例六：

```
int a=12;
int b;
int *p;
int **ptr;
p=&a;    //&a 的结果是一个指针，类型是 int*，指向的类型是 int，
        //指向的地址是 a 的地址。
*p=24;   //*p 的结果，在这里它的类型是 int，它所占用的地址是 p 所指向的地址，
        //显然，*p 就是变量 a。
ptr=&p;   //&p 的结果是个指针，该指针的类型是 p 的类型加个*，在这里是 int**。
        //该指针所指向的类型是 p 的类型，这里是 int*。该指针所指向的地址就
        //是指针 p 自己的地址。
*ptr=&b;  //*ptr 是个指针，&b 的结果也是个指针，且这两个指针的类型和所指向
        //的类型是一样的，所以用&b 来给*ptr 赋//值就是毫无问题的了。
**ptr=34; //**ptr 的结果是 ptr 所指向的东西，在这里是一个指针，对这个指针
        //再做一次*运算，结果是一个 int 类型的变量。
```

4、指针表达式

一个表达式的结果如果是一个指针，那么这个表达式就叫指针表达式。

下面是一些指针表达式的例子：

例七：

```
int a, b;
int array[10];
int *pa;
pa=&a;           //&a 是一个指针表达式。
Int **ptr=&pa;   //&pa 也是一个指针表达式。
*ptr=&b;         //*ptr 和&b 都是指针表达式。
pa=array;
pa++;           //这也是指针表达式。
```


例八:

```
char *arr[20];
char **parr=arr; //如果把 arr 看作指针的话, arr 也是指针表达式
char *str;
str=*parr;        /**parr 是指针表达式
str=*(parr+1); /**(parr+1)是指针表达式
str=*(parr+2); /**(parr+2)是指针表达式
```

由于指针表达式的结果是一个指针, 所以**指针表达式也具有指针所具有四个要素: 指针的类型, 指针所指向的类型, 指针指向的内存区, 指针自身占据的内存。**

好了, 当一个指针表达式的结果指针已经明确地具有了指针自身占据的内存的话, 这个**指针表达式就是一个左值, 否则就不是一个左值。**

在例七中, &a 不是一个左值, 因为它还没有占据明确的内存。*ptr 是一个左值, 因为 *ptr 这个指针已经占据了内存, 其实 *ptr 就是指针 pa, 既然 pa 已经在内存中有了自己的位置, 那么 *ptr 当然也有了自己的位置。

5、数组和指针的关系

数组的数组名其实可以看作一个指针。看下列:

例九:

```
int array[10]={0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}, value;
value=array[0];        //也可写成: value=*array;
value=array[3];        //也可写成: value=*(array+3);
value=array[4];        //也可写成: value=*(array+4);
```

上例中, 一般而言**数组名 array 代表数组本身, 类型是 int[10], 但如果把 array 看做指针的话, 它指向数组的第 0 个单元, 类型是 int*, 所指向的类型是数组单元的类型即 int。**因此 *array 等于 0 就一点也不奇怪了。同理, array+3 是一个指向数组第 3 个单元的指针, 所以 *(array+3) 等于 3。其它依此类推。

例十:

```
char *str[3]={
    "Hello, this is a sample!",
    "Hi, good morning.",
    "Hello world"
};
chars[80];
strcpy(s, str[0]);    //也可写成 strcpy(s, *str);
strcpy(s, str[1]);    //也可写成 strcpy(s, *(str+1));
strcpy(s, str[2]);    //也可写成 strcpy(s, *(str+2));
```

上例中, str 是一个三单元的数组, 该数组的每个单元都是一个指针, 这些指针各指向

一个字符串。把指针数组名 `str` 当作一个指针的话，它指向数组的第 0 号单元，它的类型是 `char **`，它指向的类型是 `char *`。

`*str` 也是一个指针，它的类型是 `char *`，它所指向的类型是 `char`，它指向的地址是字符串 "Hello, this is a sample!" 的第一个字符的地址，即 'H' 的地址。注意：字符串相当于是一个数组，在内存中以数组的形式储存，只不过字符串是一个数组常量，内容不可改变，且只能是右值。如果看成指针的话，他即是常量指针，也是指针常量。

常量指针：该指针是一个常量，不可改变，指向某个地址之后就不能改变了，但他所指向的单元是可以改变的，很容易与指针常量弄混，所以一般读的时候读成常量指向，从字面上看就是一个常量指向某个地址。

指针常量说明该指针所指向的是内容不可改变，但其自身是一个变量，可以改变指向的内容，读的时候读成指向常量，从字面上看就是指向某个常量

`str+1` 也是一个指针，它指向数组的第 1 号单元，它的类型是 `char **`，它指向的类型是 `char *`。

`*(str+1)` 也是一个指针，它的类型是 `char *`，它所指向的类型是 `char`，它指向 "Hi, good morning." 的第一个字符 'H'

下面总结一下数组的数组名（数组中储存的也是数组）的问题：

声明了一个数组 `TYPE array[n]`，则数组名称 `array` 就有了两重含义：第一，它代表整个数组，它的类型是 `TYPE[n]`；第二，它是一个常量指针，该指针的类型是 `TYPE *`，该指针指向的类型是 `TYPE`，也就是数组单元的类型，该指针指向的内存区就是数组第 0 号单元，该指针自己占有单独的内存区，注意它和数组第 0 号单元占据的内存区是不同的。该指针的值是不能修改的，即类似 `array++` 的表达式是错误的。

在不同的表达式中数组名 `array` 可以扮演不同的角色。

在表达式 `sizeof(array)` 中，数组名 `array` 代表数组本身，故这时 `sizeof` 函数测出的是整个数组的大小。

在表达式 `*array` 中，`array` 扮演的是指针，因此这个表达式的结果就是数组第 0 号单元的值。`sizeof(*array)` 测出的是数组单元的大小。

表达式 `array+n`（其中 `n=0, 1, 2, …`）中，`array` 扮演的是指针，故 `array+n` 的结果是一个指针，它的类型是 `TYPE *`，它指向的类型是 `TYPE`，它指向数组第 `n` 号单元。故 `sizeof(array+n)` 测出的是指针类型的大小。在 32 位程序中结果是 4。

例十一：

```
int array[10];
int (*ptr)[10];
ptr=&array;:
```

上例中 `ptr` 是一个指针，它的类型是 `int(*)[10]`，他指向的类型是 `int[10]`，我们用

整个数组的首地址来初始化它。在语句 `ptr=&array` 中，`array` 代表数组本身。

本节中提到了函数 `sizeof()`，那么我来问一问，`sizeof`(指针名称)测出的究竟是指针自身类型的大小呢还是指针所指向的类型的大小？答案是前者。例如：

```
int(*ptr)[10];
```

则在 32 位程序中，有：

```
sizeof(int(*)[10])==4
```

```
sizeof(int[10])==40
```

```
sizeof(ptr)==4
```

实际上，`sizeof(对象)`测出的都是对象自身的类型的大小，而不是别的什么类型的大小。

6、指针和结构类型的关系

可以声明一个指向结构类型对象的指针。

例十二：

```
struct MyStruct
{
    int a;
    int b;
    int c;
};
```

//声明了结构对象 `ss`，并把 `ss` 的成员初始化为 20, 30 和 40。

```
struct MyStruct ss={20, 30, 40};
```

//声明一个指向结构对象 `ss` 的指针。它的类型是 `MyStruct*`，它指向的类型是 `MyStruct`。

```
struct MyStruct *ptr=&ss;
```

//声明一个指向结构对象 `ss` 的指针。但是 `pstr` 和它被指向的类型 `ptr` 是不同的。

```
int *pstr=(int*)&ss;
```

请问怎样通过指针 `ptr` 来访问 `ss` 的三个成员变量？

答案：

```
ptr->a; //指向运算符，或者可以这们(*ptr).a,建议使用前者
```

```
ptr->b;
```

```
ptr->c;
```

又请问怎样通过指针 `pstr` 来访问 `ss` 的三个成员变量？

答案：

```
*pstr; //访问了 ss 的成员 a。
```

```
*(pstr+1); //访问了 ss 的成员 b。
```

```
*(pstr+2) //访问了 ss 的成员 c。
```

虽然我在我的 `MSVC++6.0` 上调式过上述代码，但是要知道，这样使用 `pstr` 来访问结构成员是不正规的，为了说明为什么不正规，让我们看看怎样通过指针来访问数组的各个单元：

(将结构体换成数组)

例十三:

```
int array[3]={35, 56, 37};
int *pa=array;
通过指针 pa 访问数组 array 的三个单元的方法是:
*pa;           //访问了第 0 号单元
*(pa+1);       //访问了第 1 号单元
*(pa+2);       //访问了第 2 号单元
```

从格式上看倒是与通过指针访问结构成员的不正规方法的格式一样。

所有的 C/C++编译器在排列数组的单元时,总是把各个数组单元存放在连续的存储区里,单元和单元之间没有空隙。但在存放结构对象的各个成员时,在某种编译环境下,可能会需要字对齐或双字对齐或者是别的什么对齐,需要在相邻两个成员之间加若干个"填充字节",这就导致各个成员之间可能会有若干个字节的空隙。

所以,在例十二中,即使*ptr 访问到了结构对象 ss 的第一个成员变量 a,也不能保证*(ptr+1)就一定能访问到结构成员 b。因为成员 a 和成员 b 之间可能会有若干填充字节,说不定*(ptr+1)就正好访问到了这些填充字节呢。这也证明了指针的灵活性。要是你的目的就是想看看各个结构成员之间到底有没有填充字节,嘿,这倒是个不错的方法。

不过指针访问结构成员的正确方法应该是象例十二中使用指针 ptr 的方法。

7、指针和函数的关系

可以把一个指针声明成为一个指向函数的指针。

```
int fun1(char *,int);
int (*pfun1)(char *,int);
pfun1=fun1;
int a=(*pfun1)("abcdefg",7); //通过函数指针调用函数。
```

可以把指针作为函数的形参。在函数调用语句中,可以用指针表达式来作为实参。

例十四:

```
int fun(char *);
inta;
char str[]="abcdefghijklmn";
a=fun(str);
int fun(char *s)
{
    int num=0;
    for(int i=0;;)
    {
        num+=*s; s++;
    }
}
```

```

    }
    return num;
}

```

这个例子中的函数 fun 统计一个字符串中各个字符的 ASCII 码值之和。前面说了，数组的名字也是一个指针。在函数调用中，当把 str 作为实参传递给形参 s 后，实际是把 str 的值传递给了 s，s 所指向的地址就和 str 所指向的地址一致，但是 **str 和 s 各自占用各自的存储空间。在函数体内对 s 进行自加 1 运算，并不意味着同时对 str 进行了自加 1 运算。**

8、指针类型转换

当我们初始化一个指针或给一个指针赋值时，赋值号的左边是一个指针，赋值号的右边是一个指针表达式。在我们前面所举的例子中，绝大多数情况下，指针的类型和指针表达式的类型是一样的，指针所指向的类型和指针表达式所指向的类型是一样的。

例十五：

```

float f=12.3;
float *fptr=&f;
int *p;

```

在上面的例子中，假如我们想让指针 p 指向实数 f，应该怎么办？是用下面的语句吗？

```
p=&f;
```

不对。因为指针 p 的类型是 int *，它指向的类型是 int。表达式 &f 的结果是一个指针，指针的类型是 float *，它指向的类型是 float。两者不一致，直接赋值的方法是不行的。至少在我的 MSVC++6.0 上，对指针的赋值语句要求赋值号两边的类型一致，所指向的类型也一致，其它的编译器上我没试过，大家可以试试。为了实现我们的目的，需要进行"强制类型转换"： p=(int*)&f;

如果有一个指针 p，我们需要把它的类型和所指向的类型改为

TYPE *TYPE，那么语法格式是： (TYPE *)p;

这样强制类型转换的结果是一个新指针，该新指针的类型是 TYPE*，它指向的类型是 TYPE，指向的地址是原指针指向的地址。而**原指针 p 的一切属性都没有被修改。(切记)**

一个函数如果使用了指针作为形参，那么在函数调用语句的实参和形参的结合过程中，**必须保证类型一致，否则需要强制转换**

例十六：

```

void fun(char*);
int a=125, b;
fun((char*)&a);
void fun(char* s)

```

```

{
    char c;
    c=* (s+3);
    * (s+3)=* (s+0);
    * (s+0)=c;
    c=* (s+2);
    * (s+2)=* (s+1);
    * (s+1)=c;
}

```

注意这是一个 32 位程序，故 int 类型占了四个字节，char 类型占一个字节。函数 fun 的作用是把一个整数的四个字节的顺序来个颠倒。注意到了吗？在函数调用语句中，实参&a 的结果是一个指针，它的类型是 int*，它指向的类型是 int。形参这个指针的类型是 char*，它指向的类型是 char。这样，在实参和形参的结合过程中，我们必须进行一次从 int *类型到 char*类型的转换。结合这个例子，我们可以这样来想象编译器进行转换的过程：编译器先构造一个临时指针 char *temp，然后执行 temp=(char *)&a，最后再把 temp 的值传递给 s。所以最后的结果是：s 的类型是 char*，它指向的类型是 char，它指向的地址就是 a 的首地址。

我们已经知道，指针的值就是指针指向的地址，在 32 位程序中，指针的值其实是一个 32 位整数。那可不可以把一个整数当作指针的值直接赋给指针呢？就象下面的语句：

```

unsigned int a;
TYPE *ptr;          //TYPE 是 int, char 或结构类型等等类型。
a=20345686;
ptr=20345686;        //我们的目的是要使指针 ptr 指向地址 20345686
ptr=a;               //我们的目的是要使指针 ptr 指向地址 20345686

```

编译一下吧。结果发现后面两条语句全是错的。那么我们的目的就不能达到了吗？不，还有办法：

```

unsigned int a;
TYPE *ptr;          //TYPE 是 int, char 或结构类型等等类型。
a=N                 //N 必须代表一个合法的地址；
ptr=(TYPE*)a;       //呵呵，这就可以了。

```

严格说来这里的 (TYPE*) 和指针类型转换中的 (TYPE*) 还不一样。这里的 (TYPE*) 的意思是把无符号整数 a 的值当作一个地址来看待。上面强调了 a 的值必须代表一个合法的地址，否则的话，在你使用 ptr 的时候，就会出现非法操作错误。

想想能不能反过来，把指针指向的地址即指针的值当作一个整数取出来。完全可以。下面的例子演示了把一个指针的值当作一个整数取出来，然后再把这个整数当作一个地址赋给一个指针：

例十七：

```
int a=123, b;  
int *ptr=&a;  
char *str;  
b=(int)ptr;    //把指针 ptr 的值当作一个整数取出来。  
str=(char*)b;  //把这个整数的值当作一个地址赋给指针 str。
```

现在我们已经知道了，可以把指针的值当作一个整数取出来，也可以把一个整数值当作地址赋给一个指针。

9、指针的安全问题

看下面的例子：

例十八：

```
char s='a';  
int *ptr;  
ptr=(int *)&s;  
*ptr=1298;
```

指针 ptr 是一个 int *类型的指针，它指向的类型是 int。它指向的地址就是 s 的首地址。在 32 位程序中，s 占一个字节，int 类型占四个字节。最后一条语句不但改变了 s 所占的一个字节，还把和 s 相邻的高地址方向的三个字节也改变了。这三个字节是干什么的？只有编译程序知道，而写程序的人是不太可能知道的。也许这三个字节里存储了非常重要的数据，也许这三个字节里正好是程序的一条代码，而由于你对指针的马虎应用，这三个字节的值被改变了！这会造成崩溃性的错误。

让我们再来看一例：

例十九：

```
char a;  
int *ptr=&a;  
ptr++;  
*ptr=115;
```

该例子完全可以通过编译，并能执行。但是看到没有？第 3 句对指针 ptr 进行自加 1 运算后，ptr 指向了和整形变量 a 相邻的高地址方向的一块存储区。这块存储区里是什么？我们不知道。有可能它是一个非常重要的数据，甚至可能是一条代码。而第 4 句竟然往这片存储区里写入一个数据！这是严重的错误。所以**在使用指针时，程序员心里必须非常清楚：我的指针究竟指向了哪里。**在用指针访问数组的时候，也要注意不要超出数组的低端和高端界限，否则也会造成类似的错误。

在指针的强制类型转换：ptr1=(TYPE *)ptr2 中，如果 sizeof(ptr2 的类型) 大于 sizeof(ptr1 的类型)，那么在使用指针 ptr1 来访问 ptr2 所指向的存储区时是安全的。如果

sizeof(ptr2 的类型)小于 sizeof(ptr1 的类型), 那么在使用指针 ptr1 来访问 ptr2 所指向的存储区时是不安全的。至于为什么, 读者结合例十八来想一想, 应该会明白的。

10、结束语

现在你是否已经觉得指针再也不是你所想的那么害怕了, 如果你的回答是: 对, 我不怕了! 哈哈, 恭喜你, 你已经掌握 C 语言的精华了, C 中唯一的难点就是指针, 指针搞定其它小菜而已, 重要的是实践, 好吧, 让我们先暂停 C 的旅程吧, 开始我们的 C++编程, C 是对底层操作非常方便的语言, 但开发大型程序本人觉得还是没有 C++方便, 至少维护方面不太好做。而且 C++是面向对象的语言, 现在基本已经是面向对象的天下了, 所以建议学 C++。C++是一门难学易用的语言, 要真正掌握 C++可不是那么容易的, 将基本的学完后, 就学数据结构吧, 算法才是永恒的, 程序设计语言层出不穷, 永远学不完。学完之后就认真啃下 STL 这根骨头吧, 推荐书籍————范型编程与 STL 和 STL 源码剖析。如果你达到了这样要求, 再一次恭喜你, 你已经是个程序高手了, 甚至可以说是个算法高手, 因为 STL 里有大量的精华而高效的算法。