



程序设计与算法(一)

C语言程序设计

郭 炜

微信公众号



微博: <http://weibo.com/guoweiofpku>

学会程序和算法，走遍天下都不怕!

讲义照片均为郭炜拍摄



北京大学
PEKING UNIVERSITY

信息科学技术学院

指定教材：

《新标准C++程序设计教程》

郭炜 编著

清华大学出版社

重点大学计算机专业系列教材

新标准C++程序设计教程

郭炜 编著



清华大学出版社



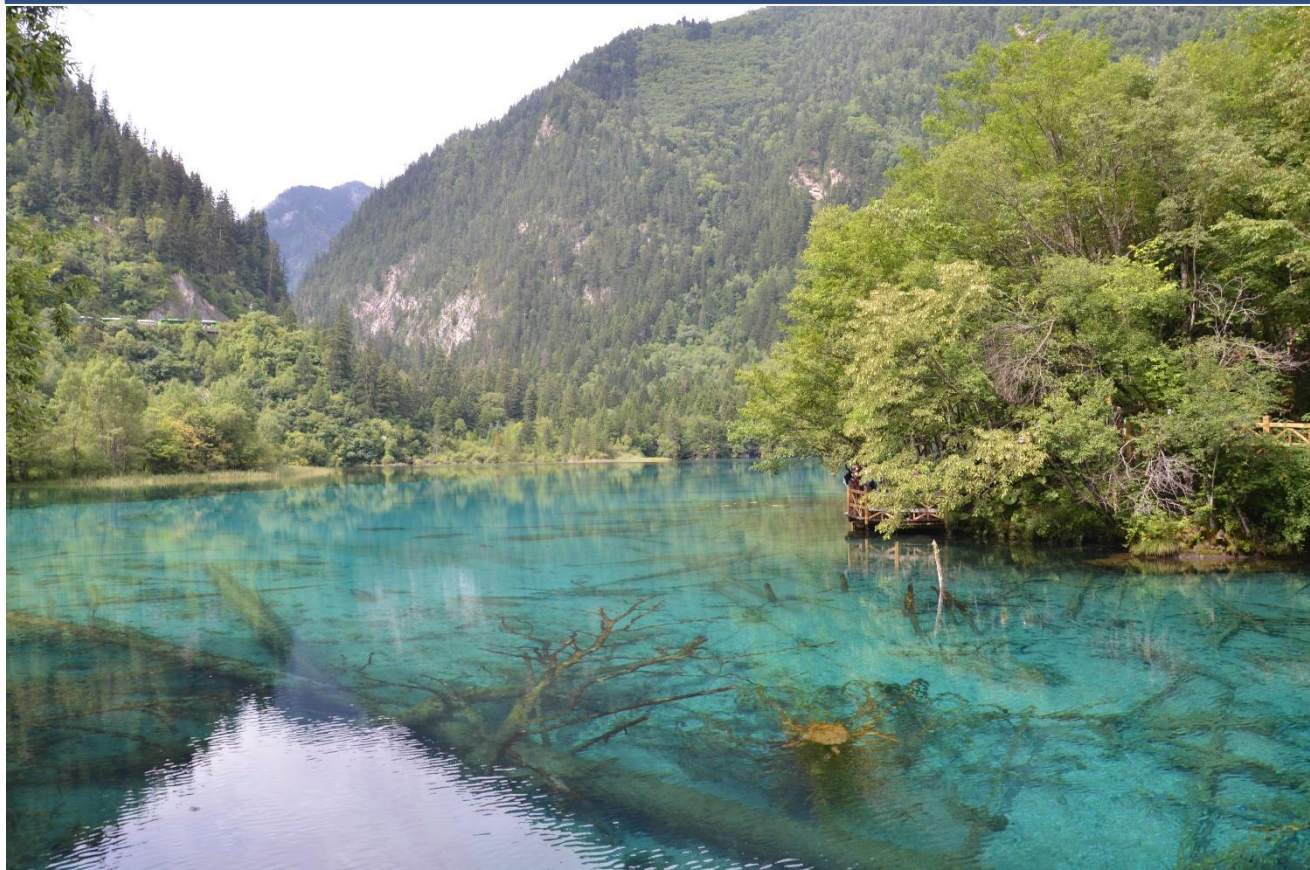
指针(一)



北京大学
PEKING UNIVERSITY

信息科学技术学院

指针的概念



九寨沟

指针的基本概念

- 每个变量都被存放在从某个内存地址（以字节为单位）开始的若干个字节中
- “指针”，也称作“指针变量”，大小为4个字节（或8个字节）的变量，其内容代表一个内存地址。
- 通过指针，能够对该指针指向的内存区域进行读写。
- 如果把内存的每个字节都想像成宾馆的一个房间，那么内存地址相当于就是房间号，而指针里存放的，就是房间号。

指针的定义

类型名 * 指针变量名;

```
int * p;           // p 是一个指针, 变量 p 的类型是 int *  
char * pc;        // pc 是一个指针, 变量 pc 的类型是 char *  
float *pf;        // pf 是一个指针, 变量 pf 的类型是 float *
```

指针的内容

```
int * p = ( int * ) 40000;
```

p内容:

| | |
|---------|---|
| 十进制 | 40000 |
| 十六进制 | 0x9C40 |
| 二进制每个比特 | 0000 0000 0000 0000 1001 1100 0100 0000 |

p指向地址40000，地址p就是地址40000

*p 就代表地址40000开始处的若干个字节的内容

通过指针访问其指向的内存空间

```
int * p = ( int * ) 40000;
```

```
//往地址40000处起始的若干个字节的内存空间里写入 5000
```

```
*p = 5000;
```

```
//将地址40000处起始的若干字节的内容赋值给 n
```

```
int n = *p;
```

“若干” = sizeof(int), 因为 int * p;

| 地址 | 内容 | |
|--------|-------|----|
| XXXXXX | | p |
| | 40000 | |
| | | |
| | | *p |
| 40000 | | |
| | 5000 | |
| 40004 | | n |
| 40008 | | |
| YYYYY | 5000 | |
| | | |

指针定义总结

`T * p ;` // T 可以是任何类型的名字, 比如 int, double ,char 等等。

`p` 的类型: `T *`

`*p` 的类型: `T`

通过表达式 `* p`, 可以读写从地址p开始的 `sizeof(T)`个字节

`*p` 等价于存放在地址p处的一个 T 类型的变量

`*` 间接引用运算符

`sizeof(T*)` 4字节 (64位计算机上可能8字节)



北京大学
PEKING UNIVERSITY

信息科学技术学院

指针的用法



张家界天门山

指针用法

```
char ch1 = 'A';  
char * pc = &ch1; //使得pc指向变量ch1
```

& : 取地址运算符

&x : 变量x的地址 (即指向x的指针)

对于类型为 T 的变量 x, **&x** 表示变量 x 的地址(即指向x的指针)
&x 的类型是 **T ***。

指针用法

```
char ch1 = 'A';  
char * pc = &ch1; // 使得pc 指向变量ch1  
* pc = 'B';        // 使得ch1 = 'B'  
char ch2 = * pc;    // 使得ch2 = ch1  
pc = & ch2;          // 使得pc 指向变量ch2  
* pc = 'D';          // 使得ch2 = 'D'
```

指针的作用

有了指针，就有了自由访问内存空间的手段

- 不需要通过变量，就能对内存直接进行操作。通过指针，程序能访问的内存区域就不仅限于变量所占据的数据区域
- 在C++中，用指针p指向a的地址,然后对p进行加减操作，p就能指向a后面或前面的内存区域，通过p也就能访问这些内存区域

指针的互相赋值

不同类型的指针，如果不经强制类型转换，不能直接互相赋值

```
int * pn, char * pc, char c = 0x65;  
pn = pc;           //类型不匹配, 编译出错  
pn = &c;           //类型不匹配, 编译出错  
pn = (int * ) &c;  
int n = * pn;      //n值不确定  
* pn = 0x12345678; //编译能过但运行可能出错
```



北京大学
PEKING UNIVERSITY

信息科学技术学院

指针的运算



重庆武隆天生三桥

指针的运算

1) 两个同类型的指针变量，可以比较大小

地址 $p1 <$ 地址 $p2$, $\Leftrightarrow p1 < p2$ 值为真。

地址 $p1 =$ 地址 $p2$, $\Leftrightarrow p1 == p2$ 值为真

地址 $p1 >$ 地址 $p2$, $\Leftrightarrow p1 > p2$ 值为真

指针的运算

2) 两个同类型的指针变量，可以相减

两个T * 类型的指针 p1和p2

$$p1 - p2 = (\text{地址}p1 - \text{地址 } p2) / \text{sizeof}(T)$$

指针的运算

2) 两个同类型的指针变量，可以相减

两个T * 类型的指针 p1和p2

$$p1 - p2 = (\text{地址}p1 - \text{地址 } p2) / \text{sizeof}(T)$$

例：int * p1, * p2;

若 p1 指向地址 1000, p2 指向地址 600, 则

$$p1 - p2 = (1000 - 600)/\text{sizeof}(\text{int}) = (1000 - 600)/4 = 100$$

指针的运算

3) 指针变量加减一个整数的结果是指针

p : T * 类型的指针

n : 整数类型的变量或常量



p+n : T * 类型的指针, 指向地址:

地址 $p + n \times \text{sizeof}(T)$

$n+p$, $p-n$, $*(p+n)$, $*(p-n)$ 含义自明

指针的运算

4) 指针变量可以自增、自减

T* 类型的指针p指向地址n



p++, **++p** : p指向 **n + sizeof(T)**

p--, **--p** : p指向 **n - sizeof(T)**

指针的运算

5) 指针可以用下标运算符 “[]” 进行运算

p 是一个 T * 类型的指针,
n 是整数类型的变量或常量



p[n] 等价于 ***(p+n)**

通过指针实现自由内存访问

如何访问int型变量 a 前面的那一个字节?

```
int a;  
char * p = (char * ) &a;  // &a是 int *类型  
--p;  
printf("%c", * p);  //可能导致运行错误  
* p = 'A';  //可能导致运行错误
```

指针运算示例

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int * p1, * p2;  int n = 4;
    char * pc1, * pc2;
    p1 = (int *) 100;                                //地址p1为100
    p2 = (int *) 200;                                //地址p2为200
    cout<< "1) " << p2 - p1 << endl;
    //输出 1) 25, 因(200-100)/sizeof(int) = 100/4 = 25
    pc1 = (char * ) p1;                              //地址pc1为100
    pc2 = (char * ) p2;                              //地址pc2为200
    cout<< "2) " << pc1 - pc2 << endl;              //输出 2) -100
    //输出 2) -100, 因为(100-200)/sizeof(char) = -100
    cout<< "3) " << (p2 + n) - p1 << endl;          //输出 3) 29
    int * p3 = p2 + n;    // p2 + n 是一个指针, 可以用它给 p3赋值
    cout<< "4) " << p3 - p1 << endl;                //输出 4) 29
    cout<< "5) " << (pc2 - 10) - pc1 << endl;        //输出 5) 90
    return 0;
}
```

空指针

- 地址0不能访问。指向地址0的指针就是空指针

- 可以用“NULL”关键字对任何类型的指针进行赋值。NULL实际上就是整数0,值为NULL的指针就是空指针：

```
int * pn = NULL; char * pc = NULL; int * p2 = 0;
```

- 指针可以作为条件表达式使用。如果指针的值为NULL，则相当于为假，值不为NULL，就相当于为真

```
if (p) ⇔ if (p!=NULL)
```

```
if (!p) ⇔ if ( p==NULL )
```


指针作为函数参数

```
#include <iostream>
using namespace std;
void Swap( int *p1,  int * p2)
{
    int tmp = *p1;           // 将p1指向的变量的值, 赋给tmp
    *p1 = *p2;               // 将p2指向的变量的值, 赋给p1指向的变量
    *p2 = tmp;               // 将tmp 的值赋给p2指向的变量。
}
int main()
{
    int m = 3, n = 4;
    Swap( &m, &n); //使得p1指向m, p2指向n
    cout << m << " " << n << endl; //输出 4 3
    return 0;
}
```



北京大学
PEKING UNIVERSITY

信息科学技术学院

指针和数组



山西绵山

指针和数组

- 数组的名字是一个指针常量
指向数组的起始地址

`T a[N];`

- a的类型是 `T *`
- 可以用a给一个`T *` 类型的指针赋值
- a是编译时其值就确定了常量，**不能够对a进行赋值**

指针和数组

- 作为函数形参时, $T * p$ 和 $T p[]$ 等价

```
void Func( int * p) { cout << sizeof(p) ; }
```



```
void Func( int p[]) { cout << sizeof(p) ; }
```

指针和数组

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int a[200];    int * p ;
    p = a;          // p指向数组a的起始地址, 亦即p指向了a[0]
    * p = 10;        //使得a[0] = 10
    *( p + 1 ) = 20; //使得 a[1] = 20
    p[0] = 30;        //p[i] 和 *(p+i) 是等效的, 使得a[0] = 30
    p[4] = 40;        //使得 a[4] = 40
    for( int i = 0; i < 10; ++i) //对数组a的前10个元素进行赋值
        *( p + i ) = i;
    ++p;             // p指向 a[1]
    cout << p[0] << endl; //输出1  p[0]等效于*p, p[0]即是a[1]
    p = a + 6;       // p指向a[6]
    cout << * p << endl; // 输出 6
    return 0;
}
```

指针和数组

```
#include <iostream>
using namespace std;
void Reverse(int * p,int size) { //颠倒一个数组
    for(int i = 0;i < size/2; ++i) {
        int tmp = p[i];
        p[i] = p[size-1-i];
        p[size-1-i] = tmp;
    }
}
int main()
{
    int a[5] = {1,2,3,4,5};
    Reverse(a,sizeof(a)/sizeof(int));
    for(int i = 0;i < 5; ++i) {
        cout << *(a+i) << ", " ;
    }
    return 0;
} => 5,4,3,2,1,
```