

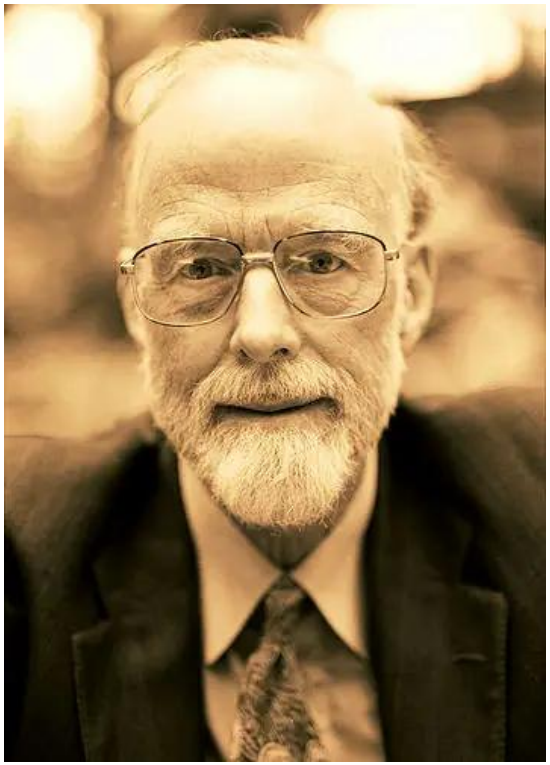
第10讲 指针与引用（Part II）

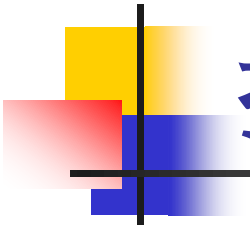
周水庚

2026-11-26

1980年图灵奖得主：托尼·霍尔

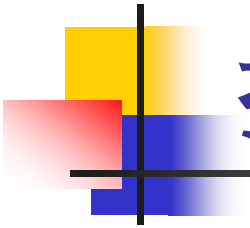
- 托尼·霍尔（Tony Hoare），1934年出生于斯里兰卡
  - 1950年代在牛津大学获得本科（古典与哲学）和硕士学位（统计），1958-1960在苏联莫斯科国立大学获副博士学位（机器翻译）
  - 1960-1968：艾略特兄弟电脑公司
  - 1968-1977：贝尔法斯特女王大学计算机科学教授
  - 1977-1999，牛津大学教授
  - 2026年3月5日去世
- 1980年获图灵奖
  - *For his fundamental contributions to the definition and design of programming languages*
- 1982年当选为英国皇家学会院士；2000年被英国女王伊丽莎白二世封为爵士； 2005年当选英国皇家工程院院士；2026年当选为美国国家工程院外籍院士；2017年当选为美国国家科学院外籍院士
- 主要贡献：Quiksort (1961)；Case语句；Hoare逻辑（程序设计公理基础）(1969)、CSP（通信顺序进程，进程代数）(1978)
- 与中国的学术关系：姚期智、周巢尘（合作者）、何积丰（学生）、李未、林惠民、王戟等院士





提要

- 指针形参
- 数组形参
- 字符指针形参
- 函数形参
- 返回指针值的函数



提要

- **指针形参**
- 数组形参
- 字符指针形参
- 函数形参
- 返回指针值的函数

函数形参

- 函数设置形参的目的是让函数被调用时，能从调用处获得数据（或指针信息）
- C语言关于函数形参遵守以下规定
  - 函数调用时，形参从实参获得初值
  - 函数形参可看作函数内部的局部变量，函数体内对形参的修改不会影响实参本身
- 函数形参的作用由形参的类型确定
  - 基本类型、指针类型、数组类型
  - 当函数的形参是某种指针类型或数组类型时，形参从实参处得到某环境变量的地址，函数体就能通过指针/数组形参间接引用环境变量，并能改变环境变量的值

指针类型形参

- 指针形参从实参处得指针值。它使函数得到了调用环境中某变量的地址，函数可用这个地址间接访问函数之外的变量，引用其值或修改其值

- 指针类型形参为函数改变调用环境中的数据对象提供了手段

指针类型形参示意程序-1

- 对于简单类型形参，实参向形参传值，函数不能改变实参变量值的示意程序

```
#include <stdio.h>
void swap(int u, int v)
{   int t = u;  u = v;   v = t;
    printf("In swap: u = %d, v = %d\n", u, v);
 }
int main()
{  int x = 1, y = 2;
   swap(x, y);
   printf("In main: x = %d, y = %d\n", x, y);
   return 0;
 }
```

输出结果：

```
In swap: u=2, v=1
In swap: x=1, y=2
```

指针类型形参示意程序-2

```
#include <stdio.h>
void swap-1(int u, int v); void swap-2(int *pu, int *pv);
int main()
{ int a = 1, b = 2; printf("Befor swap. a = %d\tb = %d\n", a, b);
  swap-1(a, b); /* 以变量的值为实参 */
  printf("After swap: a = %d\tb = %d\n", a, b);
  swap-2(&a, &b); /* 以变量的指针为实参 */
  printf("After swap:  a = %d\tb = %d\n", a, b);
}
```

a=1 b=2

a=1 b=2

a=2 b=1

```
void swap-1(int u, int v)
 {  int t;
    t = u; u = v; v = t;
  }
```

```
void swap-2(int *pu, int *pv)
 {  int t;
    t = *pu; *pu = *pv;  *pv = t;
  }
```

指针类型形参(续)

- 如希望函数能按需要任意引用指定的变量，需要在三个方面协调一致
  - 函数应设置指针类型的形参
  - 函数体必须通过指针形参间接访问变量，或引用其值，或修改其值
  - 调用函数时，要以欲改变值的变量的指针为实参调用函数

```
#include<stdio.h>
void f1(int x, int y){int t=x;x=y;y=t;}
void f2(int *x, int *y){int t=*x; *x=*y; *y=t;}
void f3(int **x, int **y){int *t=*x; *x=*y;*y=t;}
int main()
{    int x=1, y=2;
     int *xpt=&x,*ypt=&y;
     printf(First: x=%d  y=%d\n\n,x,y);

     int x=1, y=2;f1(x,y);
     printf(After call f1(): x=%d  y=%d\n\n,x,y);

     int x=1, y=2;f2(&x,&y);
     printf(After call f2(): x=%d  y=%d\n\n,x,y);

     int x=1, y=2;
     printf(Before call f3(): x=%d  y=%d\n\n,x,y);
     printf(Before call f3(): *xpt=%d  *ypt=%d\n\n,*xpt,*ypt);

     f3(&xpt,&ypt);
     printf(After call f3(): x=%d  y=%d\n\n,x,y);
     printf(After call f3(): *xpt=%d  *ypt=%d\n\n,*xpt,*ypt);
}
```

1 2

1 2

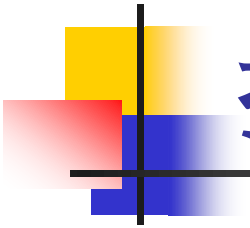
2 1

1 2

1 2

1 2

2 1



提要

- 指针形参
- **数组形参**
- 字符指针形参
- 函数形参
- 返回指针值的函数

数组类型形参

- **使函数能处理不同的成组变量，应使用数组类型形参**
- **对应数组形参的实参是数组某元素的地址，最通常的情况是数组首元素的地址。由于数组名能代表数组首元素的地址，所以常用数组名实参对应数组形参**
  - 例如，下面定义的函数sum()用于求数组的前n个数之和

```
int sum(int a[], int n)
{  int i, s;
   for(s = 0, i = 0; i < n; i++)    s += a[i];
   return s;
 }
```

  - 函数sum有两个形参，一个形参是数组类型的，用于对应可变的实在数组；另一个形参是整型的，用于指定求和数组的元素个数

数组类型形参(续)

- **前面定义的函数sum()用于求数组的前n个数之和**
  - 利用函数sum()，如有以下变量定义

```
int  x[] = {1, 2, 3, 4, 5};
int  i, j;
```

  - 则语句　　i = sum(x, 5); j = sum(&x[2], 3);
    printf("i = %d\nj = %d\n", i, j);
  - 将输出　i = 15
    j = 12
  - 函数调用sum(x,5)将数组x的地址(&x[0])传送给形参a；函数调用sum(&x[2], 3)将数组x中的x[2]的地址(&x[2])传送给形参a，而x[2]的地址就是数组元素段x[2]、 x[3]、x[4]的开始地址

数组类型形参(续)

- 与数组类型形参对应的实在数组有多少个元素是不确定的，可能会对应一个大数组，也可能会对应一个小数组，甚至会对应数组中的某一段。所以在数组形参说明中，形参数组不必指定数组元素的个数
- 为了正确指明某次函数调用实际参与计算的元素个数，应另引入一个整型形参来指定
- 因传递给数组形参的实参是数组段的开始地址，函数内对数组形参的访问就是对实参所指数组的访问。函数也可以改变实参所指数组元素的值

数组类型形参示例

- 函数 initArray()是给数组元素赋指定值的

```
void initArray(int x[], int n, int val)
{ int  i;
  for(i = 0; i < n; i++)  x[i] = val;
 }
```

- 如另有数组定义　int a[10], b[100];
  - 语句
```
initArray(a, 10, 1);
initArray(b, 50, 2);
initArray(&b[50], 50, 4);
```
  - 分别给数组a的所有元素置值1，为数组b的前50个元素置值2，后50个元素置值4

数组类型形参(续)

- **数组形参也可以是多维数组。当数组形参是多维时，除数组形参的第一维大小不必指定外，其它维的大小必须明确指定**
  - 如下面的函数sumATOB()，用于将一个n行10列的二维数组各行的10个元素之和存于另一个数组中

```
void  sumATOB(int a[][10], int b[], int n)
{ int  i, j;
  for(i = 0; i < n; i++)
      for(b[i] = 0, j = 0; j < 10; j++)
          b[i] += a[i][j];
 }
```

  - 在函数sumATOB()的定义中，对形参a的说明如写成

    int a[][]；是错误的

数组类型形参(续)

- 因二维数组的元素只是按行存放，如在数组形参中不说明它的列数，就无法确定数组元素a[i][j]的实际地址
- 在实际使用数组形参编写函数时，注意程序中实参所指数组大小不能小于函数实际要用的数组的大小。如实参数组太小，因系统不检查超界情况，可能会使用实际数组后面别的变量的空间，这会发生意想不到的错误

数组类型形参函数示例-1

- 为数组输入值的函数

```
void readArray(int a[], int n)
{  int i;
   for(i = 0; i < n; i++)  {
        printf("Enter a[%d]   ", i);
        scanf("%d", &a[i]);
    }
}
```

数组类型形参函数示例-2

- 求数组中最大元素值的函数

```
int max(int a[], int n)
{  int i, m;
   for(m = 0, i = 1; i < n ; i++)
      if (a[m] < a[i])   m = i;
   return a[m];
}
```

数组类型形参即指针形参

- **数组形参对应的实参也可以是数组某元素的地址，即数组某元素的指针，所以数组形参也是一种指针形参**
  - 所以任何数组形参说明

    类型　形参名[]
  - 都可改写成

    类型　*形参名
  - 如前面的函数sum()的定义可改写成如下形式

```
int sum(int *a, int n)
{  int i, s;
   for(s = i = 0; i < n; i++)  s += a[i];
   return s;
 }
```

数组类型形参-指针形参示例

- 函数形参也是函数的局部变量，指针形参就是函数的指针变量，函数sum()的定义又可改写成如下形式

```
int sum(int *a, int n)
{  int s = 0;
   for(; n--; )
        s += *a++;
   return s;
}
```

数组类型形参-指针形参示例(续)

- 为使函数对数据进行操作更具一般性，可为函数设置数组的首元素指针和元素个数等形参，而函数体用指向数据元素的指针对数组作处理
  - 如函数sum()也可改写成以下形式

```
int sum(int *a, int n)
{ int *ap, s;
  for(s = 0, ap = a; ap < a+n; ap++)
      s += *ap;
  return s;
 }
```

数组类型形参程序示例

- 设某个班有若干位学生，共学5门功课。学生成绩单的学号和各门功课成绩存放在二维数组s[][]中，s的每一行存储一位学生的有关信息，其中每行的第一列存放学生的学号
- 程序设计分析
  - 设计函数 search(int (*p)[6], int m, int no) 用于寻找指定学号的学生，并输出该生的各门功课成绩
  - 其中，形参p是指向数组的指针，它所指数组有6个int 型元素；形参m是学生数；形参no是待寻找学生的学号
  - 主函数按以下格式调用 search(s, m, n);
  - 其中s为成绩单首行数组的指针；m为成绩单行数，即学生人数；n为某学生的学号

数组类型形参程序示例(续)

- 学生成绩单程序(续)-P1

```
#include <stdio.h>
#define MAXN 3
int s[MAXN][6] = {{ 5, 70, 80, 96, 70, 90},
                  { 7, 40, 80, 50, 60, 80},
                  { 8, 50, 70, 40, 50, 75}};
void search(int (*)[6], int, int);
int main()
{ search(s, MAXN, 7);
  search(s, MAXN, 5);
  search(s, MAXN, 8);
  search(s, MAXN, 2);
}
```

数组类型形参程序示例(续)

- 学生成绩单程序(续)-P2

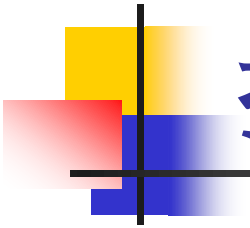
```
void search(int (*p)[6], int m, int no)
{ int (*ap)[6], *pp;
  for(ap = p; ap < p+m; ap++)
   if (**ap == no) {
     printf("%d 号学生是 :\n", no);
     for(pp = *ap+1; pp <= *ap+5; pp++)
          printf("%4d\t", *pp);
     printf("\n");
     return;
   }
   printf("没有 %d 号的学生.\n", no);
}
```

数组类型形参程序示例(续)

- 学生成绩单程序(续)
  - 内循环的ap是找到的那位学生的信息数组指针，*ap是该数组的第一个元素的指针，*ap+1是第二个元素的指针
  - 利用二维数组元素按行连续存放的规则，如有必要，二维数组也可看作一维数组。如下面的代码段能累计全班学生的全部成绩之和，并存于变量total中

```
{ int *pp = *p, i;
  for(total = 0, i = 0; i < MAXN*6; i++; pp++)
      if (i%6) /* 跳过学号 */
         total += *pp;
}
```

    - 工作变量pp是一个指向int型的指针，每次循环增加1个单位，遍历整个二维数组 s



提要

- 指针形参
- 数组形参
- **字符指针形参**
- 函数形参
- 返回指针值的函数

字符指针形参

- **字符指针形参，可以把它看成是指向字符串的首字符，对应的实参或是字符数组某个元素的地址，或是字符串的首字符地址**
- **字符串相当于元素为字符的一维数组。所以字符指针形参与指向数组元素指针形参有相同的使用方法**
- **但因字符串的特殊性，在编写字符串处理函数时还会有许多技巧**

字符指针形参示例-1

- **字符串拷贝函数 strcpy()**
  - 实现该函数功能的代码前面讨论过，这里把它改写成函数，是将一个已知字符串内容复制到另一字符数组中
  - 拷贝函数设有两个形参from，to。from为已知字符串的首字符指针，to为存储复制的字符串首字符指针

```
void strcpy(char *to, char *from)
{   while ((*to++ = *from++) != '\0');
 }
```

  - 由于字符串结束符 ’ \0′的ASCII码值为0，因此上述测试当前拷贝字符不是字符串结束符的代码 “!= '\0'”可以省略。函数可简写为

```
void strcpy (char *to, char *from)
{   while (*to++ = *from++);
 }
```

字符指针形参示例-2

- **两字符串比较函数 strcmp()**
  - 比较两字符串大小的函数strcmp()有两个形参s和t；分别为两个待比较字符串的首字符指针。如s所指的字符串小于t所指的字符串，函数返回值小于零；如s所指字符串大于t所指字符串，函数返回值大于零；如两个字符串相同，则函数返回零

```
int strcmp(char *s，char *t)
{  while (*s == *t) {   /* 对应字符相等循环 */
       if (*s == '\0')  return 0;
       s++; t++;
    }
   return *s - *t; /* 返回比较结果 */
 }
```

字符指针形参示例-3

- **输入字符行函数getnch()**
  - 函数getnch()输入字符行，输入的字符存于由指针形参指定的字符数组中。为避免输入过多字符，函数getnch()另设一个int型形参，它给出最多能存储的字符数

```
int getnch(char *s, int lim)
{ int c;   char   *ps = s;
  while (ps < s+lim-1&&c = getchar()) {
      *ps++ = c;
      if (c == '\n') break; /* 输入换行符结束*/
    }
  *ps = '\0';
  return ps - s;/*返回实际输入存储的字符个数*/
}
```

提要

- 指针形参
- 数组形参
- 字符指针形参
- **函数形参**
  - **函数指针和函数指针变量、利用函数指针调用函数**
  - **函数指针形参、函数指针数组**
- 返回指针值的函数

函数指针和函数指针变量

- 在C语言中，函数不可设置函数形参，但函数可以设置函数指针形参，函数要调用的函数也可以由实参指定
- 为了实现函数通过实参调用其它的函数，C语言引入函数指针类型、函数指针和函数指针变量等概念
- 函数指针如同一般数据一样能复制、存贮，函数指针变量能作为复杂数据结构的成分，也能作为函数的形参等
- 函数的目标码有入口地址，这个入口地址就认作指向该函数的指针值，并用函数名来标记函数的入口地址
- 函数指针变量是一种特殊的指针变量，它能存储函数的开始地址值，使它指向某个函数。如同数据指针变量可间接访问它所指变量一样，程序也可利用函数指针变量间接调用它所指的函数

函数指针和函数指针变量(续)

- 为区别能指向不同特性函数的函数指针变量，用函数的返回值类型和函数的形参类型等来区分不同的函数指针，并以函数指针类型来标识
- 定义指向函数的指针变量的一般形式为

  函数返回值类型 (* 指针变量名)(形参类型表);
  - 例如， int (*fp)(int);
  - 定义fp是一个能指向函数的指针变量，它能指向的函数的返回值必须是int 型的，并有一个int类型的形参
  - 注意，*fp两侧的括弧是必需的，表示fp 先与* 结合，说明它是一个指针变量。然后与后随的()结合，表示指针变量fp是指向函数的。最前面的int表示所指向的函数应是返回int型值的函数
  - 而代码"int *f(int)"，因()优先级高于*，就变成是说明一个函数f()，该函数的返回值是指向int型量的指针

函数指针和函数指针变量(续)

- 指向函数的指针变量表示它能存放函数的入口地址，它能指的函数是函数指针变量定义时所规定的
- 在程序执行时，某个符合要求的函数入口地址都能赋给函数指针变量，使函数指针变量指向该函数，可以用该指针变量间接调用它所指函数
- 可根据需要向函数指针变量赋不同的函数入口地址，使它指向的函数可以按需要改变

利用函数指针调用函数

- 定义了指向函数的指针变量，就可向它赋某函数的入口地址
- **C语言约定，单独的函数名本身就是函数的入口地址(不可以在函数名之后加上一对园括号，否则变成函数调用)**
  - 如语句：fp = min; 使函数指针变量fp指向函数min()
- 当一个指向函数的指针变量确实指向某个函数时，就可用它调用它所指向的函数。**一般形式的函数调用是**

  函数名(实参表)
- **改用指向函数的指针变量调用该函数，就要改写成**

  (*函数指针变量名)(实参表)

利用函数指针调用函数示例

- **求两个整数中小的值的函数min()，它返回int型值**
  - 如有

    int (*fp)(int,int)，x=5, y=8, z, min(int,int);
  - 则语句

    fp = min;
  - 使指针变量fp指向函数min()
  - 用fp间接调用函数min()，写成

    z = (*fp)(x, y);

利用函数指针调用函数示例

- 用函数指针变量调用函数的示意程序

```
#include <stdio.h>
int main()
{  int (*fp)(int, int), x, y, z;
   int min(int, int), max(int, int);
   printf("Enter x, y:");scanf("%d%d", &x, &y);
   fp = min;   /*让fp指向函数min()*/
   z = (*fp)(x, y);  /*调用fp所指函数*/
   printf("MIN(%d, %d) = %d\n", x, y, z);
   fp = max; /*现在更改fp，使它指向函数max()*/
   z = (*fp)(x, y); /* 调用fp所指函数 */
   printf("MAX(%d, %d) = %d\n", x, y, z);
}
```

```
int min(int a, int b)
 {  return a < b ? a : b;
 }
 int max(int a, int b)
 {
    return a > b ? a : b;
 }
```

函数指针形参

- **为什么要为函数设函数指针形参?**
  - 设有一个函数fun()，它有一个函数指针形参fp和若干其他形参
  - 函数fun()利用函数指针形参fp和其他形参，根据给定的算法计算结果
  - 调用函数fun()时，除提供其它实参外，还得为它提供与形参fp相对应的实在函数指针
  - 这样，**用不同的实在函数指针调用函数fun()，就能获得不同的结果**

函数指针形参示例

- 对给定实数数组，求它的最大值、最小值和平均值
- 程序设计分析
  - 程序有三个函数max()、min()和ave()，另设一个函数afun()
  - 主函数调用函数afun()，并提供数组、数组元素个数和求值函数指针作为实参
  - 由函数afun() 根据主函数提供的函数指针实参调用实际函数

函数指针形参示例(续)

- 给定实数数表，求最大值、最小值和平均值(续)

```
#include <stdio.h>
#define N sizeof a / sizeof a[0]
double max(double a[], int n)
{ int i;  double r;
  for(r = a[0], i = 1; i < n; i++)
    if (r < a[i]) r = a[i];
  return r;
}
double min(double a[], int n)
{ int i;  double r;
  for(r = a[0], i = 1; i < n; i++)
     if (r > a[i]) r = a[i];
  return r;
}
```

```
double ave (double a[], int n)
{ int i;  double r;
  for (r = 0.0, i = 0; i < n; i++)  r += a[i];
  return r/n;
}
double afun(double a[], int n,
                  double (*f)(double *, int))
{
   return (*f)(a, n);
}
```

函数指针形参示例(续)

- 给定实数数表，求最大值、最小值和平均值(续)

```
int main()
{ double a[]={1.0,2.0,3.0,4.0,5.0,6.0,7.0,8.0, 9.0};
  double result;
  printf("\n\nThe results are :  ");
  result = afun(a, N, max);
  printf("\t%s = %4.2f", "MAX", result);
  result = afun(a, N, min);
  printf("\t%s = %4.2f", "MIN", result);
  result = afun(a, N, ave);
  printf("\t%s = %4.2f", "AVERAGE", result);
  printf("\n\n\n");
}
```

函数指针数组

- 利用函数指针能被存储的性质，可将若干函数指针存于一数组中
  - 如以下代码

```
double (*fpt[])(double*, int)={ max, min , ave}; /* 函数指针数组 */
```

  - 定义了函数指针数组fpt[]，并用函数名对它初始化,将函数max()、min()和ave()的函数指针填写在函数指针数组fpt[]中，使数组fpt[]成为函数的入口表
  - 例子：设计一个通用的菜单处理函数，除其它有关菜单位置、大小、颜色等信息外，另设两个数组形参：一个数组元素为指向菜单项字符串的指针，另一个数组元素为指向对应处理函数的指针

函数指针数组示例

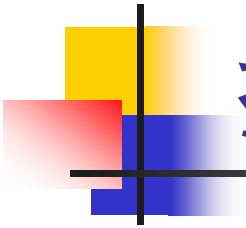
- 通用的菜单处理函数(续)

```
#include  <stdio.h>
#define  N sizeof a / sizeof a[0]
int main ()
{ double a[] ={1.0,2.0,3.0,4.0,5.0,6.0,7.0,8.0, 9.0};
  double result;
  double(*fpt[])(double *,int)={ max, min , ave};
  char *title[]={"最大值", "最小值", "平均值",""};
  char *menuName[] ={"求最大值" , "求最小值" , "求平均值" ,""};
  int ans, k;
```

函数指针数组示例(续)

- 通用的菜单处理函数(续)

```
while (1) {
    printf("请选择以下菜单命令。\n");
    for(k = 0; menuName[k][0] != '\0' ; k++)
      printf("\t%d:  %s\n", k+1, menuName[k]);
    printf("\t其它选择结束程序运行。\n");
    scanf("%d", &ans);
    if (ans < 1 || ans > k)  break;
    printf("\n\n结果:  ");
    result = (*fpt[ans-1])(a, N);
    printf("\t%s=%4.2f\n\n",title[ans-1], result);
  }
}
```



提要

- 指针形参
- 数组形参
- 字符数组形参
- 函数指针
- **返回指针值的函数**
  - **返回数据对象指针的函数**
  - **返回函数指针的函数**

返回数据对象指针的函数

- 函数可以返回整型值、字符值、实型值等，也可以返回指向某种数据对象的指针值。返回指针值的函数与以前介绍的函数在概念上是完全一致的
- 定义(或说明)返回指针值函数的一般形式为

  类型说明符 * 函数名(形参表);
  - 例如，函数说明： int *f(int, int);
  - 函数f()返回指向int型数据的指针，有两个整型形参
  - 注意：在函数名两侧分别为*运算符和( ) 运算符，而( )的优先级高于*，函数名先与()结合。函数名()是函数的说明形式。在函数名之前的*，表示函数返回指针类型的值

返回数据对象指针的函数示例-1

- 编制在给定的字符串中找特定字符的第一次出现。若找到，返回指向字符串中该字符的指针；否则，返回NULL值
- 程序设计分析
  - 设函数为sear_ch()，该函数有两个形参，指向字符串首字符的指针和待寻找的字符
  - 函数sear_ch() 的定义

```
char *sear_ch(char *s, char c)
 {  while (*s && *s != c)
        s++;
   return *s ? s : NULL;
 }
```

返回数据对象指针的函数示例-2

- 改写前面例子（学生成绩单）的函数 search()，使新的search()函数具有单一的寻找功能，不再包含输出等功能
- 新的函数search() 的功能是**从给定的成绩单中找指定学号的成绩表**。新的函数search()的形参与前面例子中的函数search()的形参相同，但新的函数search()返回找到的那位学生的成绩表(不包括学号)的指针
  - 函数 **search()** 定义如下

```
int *search (int (*p)[6], int m, int no)
{ int (*ap)[6];
  for(ap = p; ap < p+m; ap++)
     if(**ap == no)  return *ap+1;
  return NULL;
 }
```

返回函数指针的函数

- 返回函数指针值函数定义或说明的一般形式为

  类型说明符 (*函数名(形参表))(形参类型表);

  - 按前面的例子，菜单函数接受用户选择，返回相应处理函数的指针： *double (*menu(char **))(double*, int)*
  - 在menu()函数说明中，
    - 先是menu(char **)，menu同园括号结合，说明menu是函数；
    - 随后是(*menu(char **))，同*结合，函数返回指针；
    - 接着是(*menu(char **))(double*, int)
    - 同一对园括号结合，表示是指向函数的指针，所指函数有double*和int类型两个形参；
    - 最后是double (*menu(char **))(double*,int)，说明指向的函数的返回值是double类型

返回函数指针的函数示例程序

```
#include  <stdio.h>
#define  N sizeof a / sizeof a[0]
double max(double *, int), min(double *, int), ave(double *, int);
double (*fpt[])(double *, int) = {max, min, ave, NULL}; /*函数指针数组*/
char *title[] = {"最大值", "最小值", "平均值", ""};
char *menuName[] ={"求最大值","求最小值","求平均值",""};
double a[] ={1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0};
double (*menu(char **titptr))( double *, int)  /*函数返回函数的指针*/
{ int ans, k;  printf("请选择以下菜单命令。\n");
  for(k=0; menuName[k][0] !='\0';k++) printf("\t%d:%s\n", k+1, menuName[k]);
  printf("\t其它选择结束程序运行。\n"); scanf("%d", &ans);
  if (ans < 1 || ans > 3) return NULL;
  *titptr = title[ans-1];   return fpt[ans-1];  /* 返回函数的指针 */
}
```

返回函数指针的函数示例程序(续)

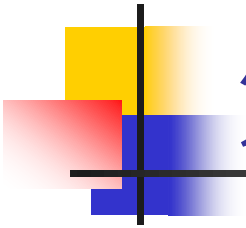
```
int main ()
{ double (*fp)( double *, int); char *titstr; double result;
  while (1) {
      if ((fp = menu(&titstr)) == NULL) break;
      result = (*fp)(a, N);
      printf("\n结果：  %s = %4.2f\n\n", titstr, result);
    }
 }
double max(double a[], int n)
{ int i;  double r;
  for(r = a[0], i = 1; i < n; i++)  if (r < a[i]) r = a[i];
  return r;
}
```

返回函数指针的函数示例程序(续)

```
double min(double a[], int n)
{ int i;   double r;
  for(r = a[0], i = 1; i < n; i++)  if (r > a[i]) r = a[i];
  return r;
}
double ave(double a[], int n)
{ int i;   double r;
  for (r = 0.0, i = 0; i < n; i++)  r += a[i];
  return r/n;
}
```

小结

- 指针形参
- 数组形参
- 字符指针形参
- 函数指针
  - 函数指针和函数指针变量、利用函数指针调用函数
  - 函数指针形参、函数指针数组
- 返回指针值的函数
  - 返回数据对象指针的函数
  - 返回函数指针的函数



第六章作业

- 习题六
  - 第10、 11、 12、 16、 17、 19题