C语言程序设计基础

林川

第8章 指针

- 变量、内存单元、地址
- 指针类型
  - 定义、初始化、赋值、使用
- 指针应用
  - 数据传递
  - 字符串处理
  - 内存分配
  - 数据遍历

8.1.2 指针类型

- 指针是一种新的数据类型
  - 存放变量的地址
  - 存放数据单元的地址

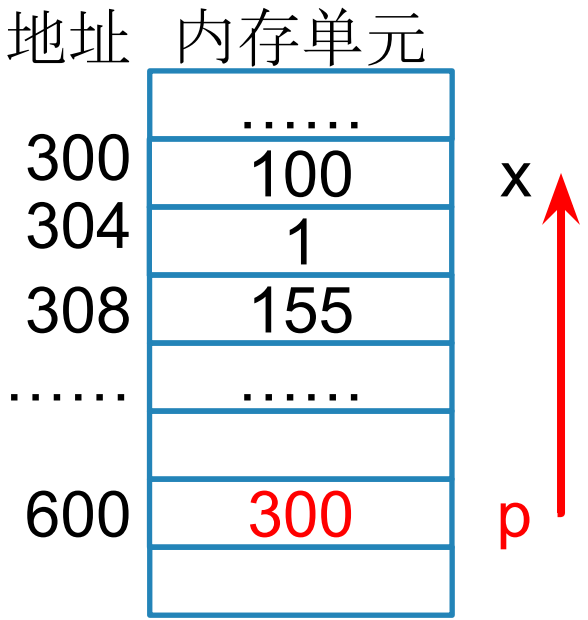
```
int x, *p;
```

那么可将变量x的地址存在指针p中：

```
p = &x;
```

& 是取地址运算符 scanf("%d", &x)

变量和数据单元地址




```
int x = 100;
int *p;
p = &x;
```

表达式*p和变量x
指代同一个东西

p = & x

8.1.3 指针变量的定义

类型名 * 指针变量名

int *p;

- p 是整型指针，可用来指向整型变量
- 只能指向同类型的变量

float *fp;

- fp 是浮点型指针，可用来指向浮点型变量

double *q;

- q 是字符型指针，可用来指向double变量

char *cp;

- cp 是字符型指针，可用来指向字符型变量

8.1.4 指针的基本运算

- 给指针赋值

  int a, x, *p;

  p = & a;

- 访问指针所指向的变量

  *p = 3; a = 3

  *p = 5; a = 5

  x = *p; x = 5

[例8-2]指针运算和访问

```
int a = 3, *p;
p = &a;
printf("a=%d, *p=%d\n", a, *p);  // a = 3, *p = 3
*p = 10;
printf("a=%d, *p=%d\n", a, *p);  // a = 10, *p = 10
printf(“Enter a: ”);              /*若输入5*/
scanf("%d", &a);      a = 5
printf("a=%d, *p=%d\n", a, *p);  // a = 5, *p = 5
(*p)++;
printf("a=%d, *p=%d\n", a, *p);  // a = 6, *p = 6
```

8.1.5 指针的变量的初始化

```
int a, x;
int * p = & a;
int * q = NULL;
```

NULL是一个常量，值为0，表示空指针

```
#define NULL 0
int * q = 0;
float * fp = (float*)1732;
```

8.2 变量交换swap函数实现

```
void swap1(int x, int y)
{
    int temp = x;
    x = y;
    y = temp;
}
```

```
void main()
{
  int a=1, b=2;
  swap1(a,b);
}
```

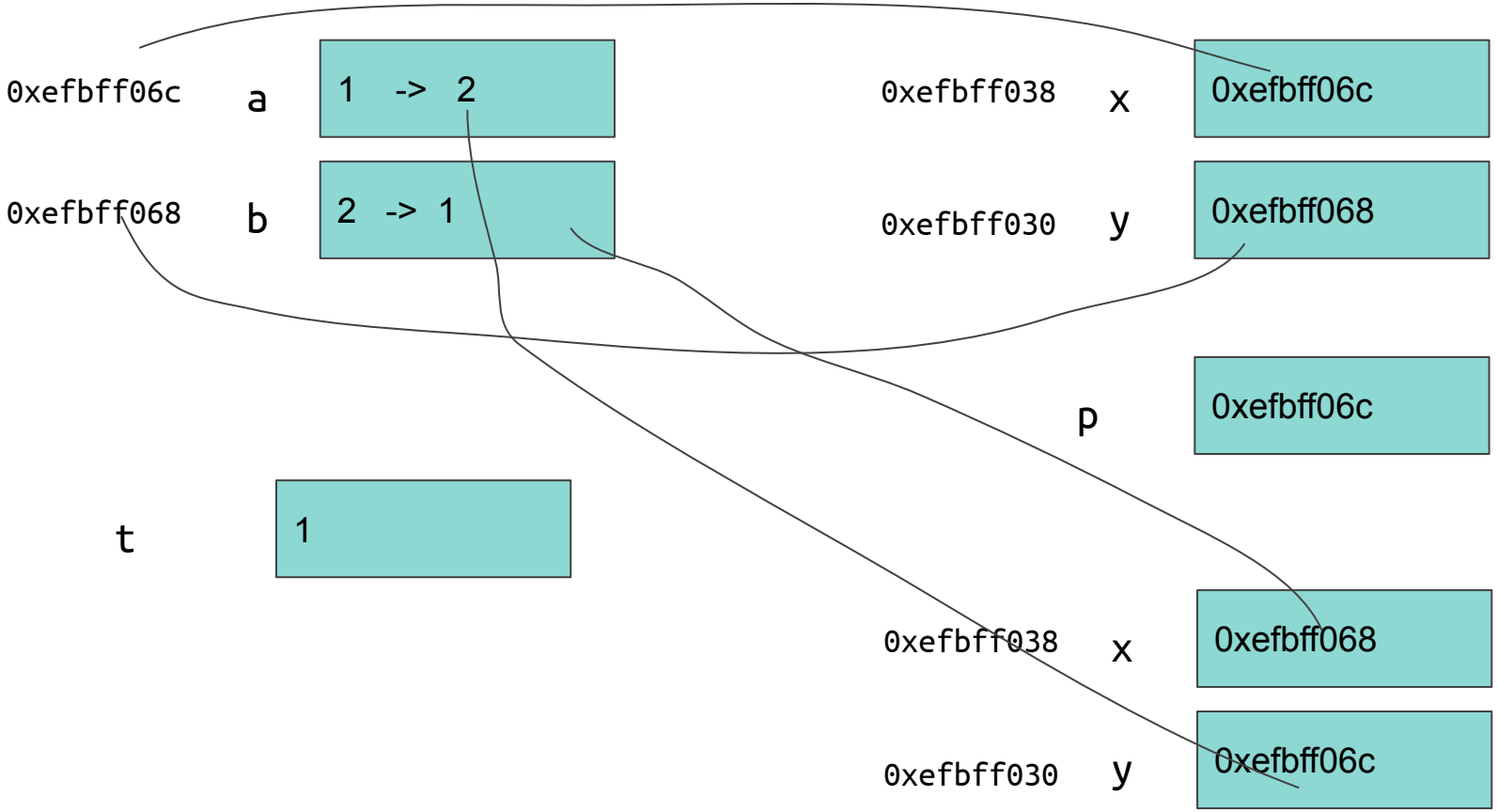
能否成功交换变量a和b的值？

8.2 变量交换swap函数实现

```
void swap2(int *x, int *y)
{
   int * p = x;
   x = y;
   y = p;
}
```

```
void main()
{
   int a=1, b=2;
   swap2(&a, &b);
}
```

能否成功交换变量a和b的值？


0xefbff06c
a
1 -> 2
0xefbff038
x
0xefbff06c
0xefbff068
b
2 -> 1
0xefbff030
y
0xefbff068
p
0xefbff06c
t
1
0xefbff038
x
0xefbff068
0xefbff030
y
0xefbff06c

8.2 变量交换swap函数实现

```
void swap3(int *x, int *y)
{
   int temp = *x;
   *x = *y;
   *y = temp;
}
```

```
void main()
{
   int a=1, b=2;
   swap3(&a, &b);
}
```

能否成功交换变量a和b的值？

8.2.2 指针作为函数的参数

```
void swap3(int *x, int *y)
{
   int temp = *x;
   *x = *y;
   *y = temp;
}
void main()
{
   int a=1, b=2;
   swap3(&a, &b);
}
```

传递结果
改变主调函数的变量值

例[8-4]编写函数，计算某年某天对应的月份和日期

函数的输入参数：年份，天数

```
int year, int yearday
```

例如2008年的第128天，year=2008，yearday=128

函数的输出结果：月份，日期

结果不止一个，无法用返回值

可以用指针变量

```
int *pmonth, int *pday
```

函数原型：

```
void month_day(int year, int yearday,
     int *pmonth, int *pday);
```

例[8-4]计算某年某天对应的月份和日期

```
void month_day (
  int year,  int yearday,
  int *pmonth, int *pday)
{
   int k, leap;
   int tab [2][13] = {
     {0,31,28,… 31 },
     {0,31,29,… 31 }};

   /* 闰年判别leap */
   leap = (year%4==0 &&
      year%100!=0) ||
      year%400== 0;

   for( k=1;
       yearday > tab[leap][k];
       k++ )
     yearday -= tab[leap][k];

   *pmonth = k;
   *pday = yearday;

}
```

```
int year = 2020; int yearday = 200;
int month, day;

month_day(year, yearday, &moth, &day);
```

8.3 指针与数组

数组名实际上代表了一个指针

- 它指向数组的首元素

```
int a[100];
```

那么a就是一个指针，存储了a[0]的地址。

数组名是一个指针常量

- 不能改变它的地址值

```
int a[100], c,  *p;
a = & c; /*不可以*/
p = a; /*可以*/
```

8.3 指针与数组

```
short a[100];
short *p = a;
```

指针p的地址值为3000

假设短整数为2个字节长

指针p+1的地址值为3002

…

指针p+i的地址值为3000+2i

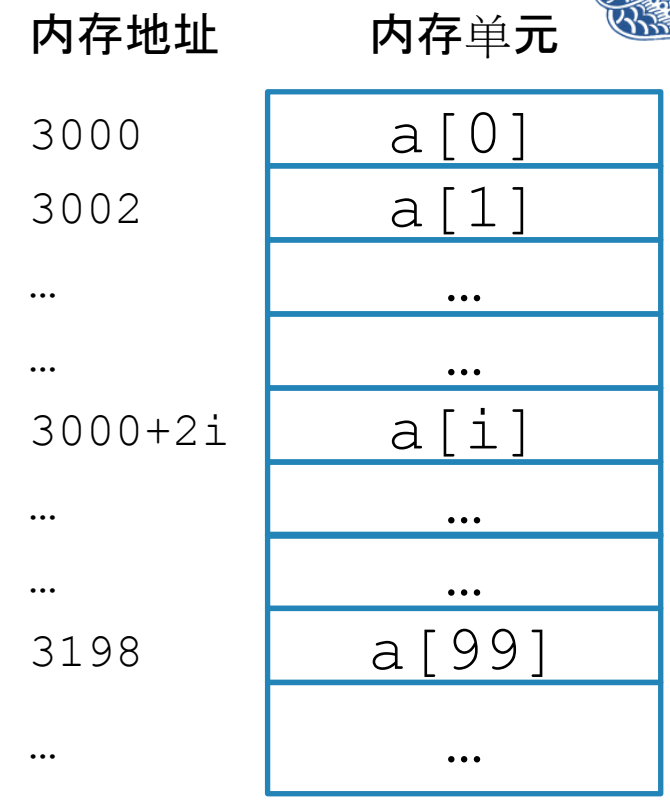
```
p + i == a + i
```

（都指向a的第i个元素）

指针的加法：指针 + 整数n

结果：将指针往后移动n个单元

即：地址值增加了n * sizeof(数据类型)



指针比较与减法

两指针可以比较大小

其结果等价于比较它们地址的大小

两同类型指针可相减

其结果等于它们之间所能存储的数据个数

即：

$$p-q = \frac{\text{p地址-q地址}}{\text{sizeof(类型)}}$$

```
p = a; q = &a[4];
q - p 等于多少?
        4
```

```
(int)q-(int)p 等于多少?
          32
```

8.3 指针与数组

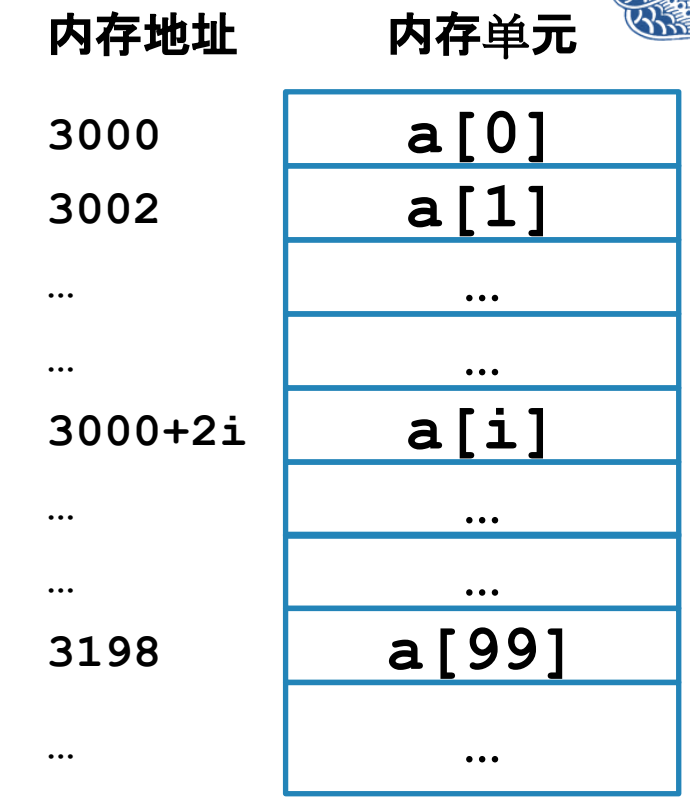
int a[100];

指针a指向首元素a[0];

指针a+i指向元素a[i];

表达式a[i]等价于

*(a+i)



例[8-5]冒泡排序

把最大值放到数据的最后

对剩下的数据进行重复处理

-- 流程整体上和选择法排序一样

-- 区别在于如何把最大值放到最后

例[8-5]冒泡排序

```
void bubble(int a[], int n)
/* void bubble(int *a, int n) */
{
    int i, j, t;
    for(i=1; i<n; i++)
       for(j=0; j<n-i; j++)
        if(a[j]>a[j+1])
           {
            t = a[j];
            a[j] = a[j+1];
            a[j+1] = t;
          }
}
```

在a[0],a[1],…a[j]中a[j]最大

交换，使得a[j+1]在a[0],a[1],…a[j+1]中最大

例[8-5]冒泡排序

```
void main()
{
    int n, a[8];
    /* 输入 n 和 n个值到数组a中 */
    ……
    bubble(a,n);
    /* 输出排序后的数组a */
    ……
}
```

将数组a的首地址作为参数传给函数bubble

8.3.3 数组名作为函数参数

```
int sum(int a[], int n)  // int sum(int *a, int n)
/*int a[]是形式参数int *a的等价写法)*/
{
   int i, s;
   for( s = 0, i=0; i<n; i++ )
      s += a[i];
   return s;
}
```

8.3.3 数组名作为函数参数

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

假设有int b[100]; 那么 :

sum(b, 100)的结果是 b[0]+b[1]+...+b[99]

sum(b, 88) 的结果是 b[0]+b[1]+...+b[87]

sum(b+7,9) 的结果是 b[7]+b[8]+...+b[15]

sum(&b[7],9) 的结果也是是 b[7]+b[8]+...+b[15]

例8-7编写函数将数组逆序

```
void reverse(int a[], int n)
{
   int i,k,t;
   for( i=0, k=n-1; i<k; i++,k--)
      t = a[i], a[i] = a[k], a[k] = t;
}
void main()
{
   int a[10], k;
   for( k=0; k<10; k++ )  a[k] = k;
   reverse(a+1, 9);
   for( k=0; k<10; k++ )  printf("%d ", a[k]);
}
```

输出为：0 9 8 7 6 5 4 3 2 1

8.4 简单的加密问题

```
void entrypt(char *s)
{
   for( ; *s; s++ )
      *s = (  (*s=='z')  ?   'a'   : *s+1);
}
void main ()
{
   char pwd[100];
   gets(pwd);
   entrypt(pwd);
   printf(pwd);
}
```

如果输入为：Hello Hangzhou

那么输出为：Ifmmp!Ibohaipv

- 字符串结束标志0
- 字符数组
- 字符指针

8.4.2 字符串和字符指针

字符串常量

"array"

"point"

- 用一对双引号括起来的字符序列
- 被看做一个特殊的一维字符数组,在内存中连续存放
- 实质上是一个指向该字符串首字符的指针常量

```
char *sp = "point";
```

8.4.2 字符串和字符指针

- 字符串常量

```
char sa[] = "array\0";
char *sp= "point\0";
printf("%s ", sa);
printf("%s ", sp);
printf("%s ", "string");
printf("%c ", "string"[5]);
```

输出为：array point string g

```
printf("%s ", sa+2);
printf("%s ", sp+3);
printf("%s ", "string"+1);
```

输出为：

ray nt tring

字符串常量是表达式
其值为一个指针，指向存储它的地址

8.4.2 字符串和字符指针

char sa[] = "array";

定义了一个数组，并被初始化为

array\0

char *sp= "point";

定义了一个指针sp，而非数组。指针指向了一个字符串常量，而 该字符串常量存 储在何处呢？

Somewhere decided by the system.

8.4.2 字符串和字符指针

字符串输出

```
char *p;
puts(p);
printf("%s", p);
```

要求指针p指向了一个以\0结尾的字符串

字符串输入

```
gets(p);
scanf("%s", s);
```

要求指针p所指的地方具有足够的free存储空间。否则，程序崩溃

8.4.3 常用的字符串处理函数

- gets/scanf
  - gets函数读入一整行(包括空格)，直到回 车为止
  - scanf函数读入字符，直到空格和回 车为止
- puts/printf
  - puts函数输出后会自动换行

8.4.3 常用的字符串处理函数

- strcpy(char *s, char *t)

  字符串复制：s = t

- strcat(char *s, char *t)

  字符串连接：s += t

- strcmp(char *s, char *t)

  字符串比较：s – t

  strcmp("abc", "aba")的结果大于0

  strcmp("abc", "abcd")的结果小于0

  strcmp("abc", "abc")的结果等于0

8.4.3 常用的字符串处理函数

- strlen(char *s)

  字符串的长度（不包括\0）

  strlen("abc", "aba")的结果是3

#include <string.h>

或者

#include <stdlib.h>

8.4.3 常用字符串处理函数实现参考

```
char* strcpy(char *s, char *)t
{
    do {
       *s++ = *t;
    } while(*t++);
    return s;
}
```

8.4.3 常用字符串处理函数实现参考

```
char* strcat(char *s, char *t)
{
    while ( *s )
            s++;
    strcpy(s,t);
    return s;
}
```

8.4.3 常用字符串处理函数实现参考

```
int strlen(char *s)
{
    char *p = s;
    while ( *p ) p++;
    return (p-s);
}
```

8.4.3 常用字符串处理函数实现参考

```
char* strcmp(char *s, char *t)
{
    while( *s==*t && *s )
      s++, t++;
    return (*s - *t);
}
```

8.4.3 常用字符串处理函数实现参考

```
int strlen(char *s)
{
    char *p = s;
    while ( *p ) p++;
    return (p-s);
}
```

8.4.3 常用字符串处理函数

- 假设strlen(s)等于20，那么strlen(s+5)等于几？

  15

- 如果有字符串s为“hello”,字符串t为“world\0”, 那么strcat(s,t)是？

  helloworld

  strcat(s+1,t+1)是？

  elloorld

8.4.3 常用字符串处理函数

- 执行strcpy(s, "good\0morning")后，字符指针s所指向的字符串为

"good"

- 下列语句能够正确执行吗？

strcpy("old string","new");

不能改变字符串常量

8.5 动态内存申请和使用

- 数组的局限
  - 大小固定、使用不灵活
  - 预定义的数组容量通常比较小
- 动态分配内存
  - 根据运行情况，按需分配

[例8-12] 数据输入和求和

- 输入一个整数n，以及n个整数，计算它们的和。

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
int n, sum, i, *p;
scanf("%d",     &n);
p = (int*) calloc(n,  sizeof(int));
```

[例8-12] 数据输入和求和

```
/* 检查内存申请结果 */
if( p==NULL )   /* 等价于 if ( !p ) */
{
    /* 输出一些信息，作为错误提示 */
    printf("Not able to allocate memory\n");
    return;
}
```

[例8-12] 数据输入和求和

```
/* 输入n个整数 */
for( i=0; i<n; i++ )
   scanf("%d",p+i);      /* & p[i] */

/* 求和 */
for(sum=0, i=0; i<n; i++ )
   sum += p[i];  /* *(p+i) */
printf("sum=%d\n", sum);
```

[例8-12] 数据输入和求和

```
/* 释放内存 */
free( p );
```

8.5.2 用指针实现内存动态分配

- 包含头文件
  - #include <stdlib.h>
  - #include <malloc.h>

8.5.2 用指针实现内存动态分配

- 调用内存分配函数
  - void * calloc(unsigned n, unsigned size)

参数 n – 包含的元素个数

参数 size – 每个元素所占的字 节数

（总的内存大小为 n*size 字节）

返回值 – 无类型指针

void 无类型
void * 无类型的指针
void * 可以强制转化为任何类型的指针

8.5.2 用指针实现内存动态分配

- void * malloc(unsigned size)

  参数 size – 申请内存的字节数

  （总的内存大小为 size 字节）

  返回值 – 无类型指针

  指向所分配的内存地址

假设你的数据类型为UType,那么调用步骤如下：

```
UType *p;

p = (UType *) malloc( 元素个数*sizeof( UType) );
if( !p )  /*检查分配是否成功*/
   …… /* 处理错误 */
```

8.5.2 用指针实现内存动态分配

- 然后就可以如普通数组一样使用p
- 使用完成之后，释放内存

```
free(p);
```

8.5.2 用指针实现内存动态分配

- 使用过程中如果发现内存不够多(或者多了)，还可以动态调整

void * realloc(void *p, unsigned size)

指针p 必须是指向动态申请的内存，否则出错

size为新的大小

- 如果调整成功，返回新的地址，并将原地址的内容复制到新地方
- 否则，返回NULL。

8.5.2 内存动态调整

```
int count = 0;
float * pbuf = NULL;
int bufsize = 0, delta = 1000;

int checkbuf()
{
   void * p = NULL;
    if( count<bufsize ) return 1;
    p = realloc( pbuf, (bufsize+delta)*sizeof(float) );
    if( ! p ) return 0;
    pbuf = (float*) p;
    bufsize += delta;
    retrun 1;
}
```

8.5.2 内存动态调整

```
int addToBuf(float v)
{
   if( !checkbuf() ) return 0;
   pbuf[count++] = v;
   return count;
}
```

本章要点

- 变量、内存单元和地址之间是什么关系？
- 如何定义指针变量，怎样才能使用指针变量？
- 什么是指针变量的初始化？
- 指针变量的基本运算有哪些？如何使用指针操作所指向的变量？
- 指针作为函数参数的作用是什么？
- 如何使用指针实现函数调用返回多个值？
- 如何利用指针实现内存的动态分配？