C程序设计语言

第6章 结构

孙志岗
sun@hit.edu.cn
http://sunner.cn

从基本数据类型、复合数据类型到抽象数据类型

- 类型本不存在
  - 内存里存储的内容，你认为它是什么，它就是什么
- 高级语言设计了基本数据类型：整型、浮点型、字符型等。不同的语言也会定义不同的基本类型
  - 基本数据类型并不能方便地解决所有问题
- 复合数据类型是基本数据类型迭代派生而来
  - 典型的代表就是“结构”，数组、指针也可算作此类
- 抽象数据类型(ADT)在复合数据类型的基础上增加了对数据的操作
- 抽象数据类型进而进化为“类(Class)”
  - 这是一个跨时代的进步

一个问题

- 在程序里表示一个人（姓名、年龄、性别、身高、体重……），怎么表示？
  -
```
char name[12];
unsigned int age;
char sex;
```
- 想表示多个人呢？
  - 定义多个数组？（有些搞笑了）



C语言的解决办法

-
```
struct person
{
   char name[12];
   unsigned int age;
   char sex;
};
```
  - struct person是一个类型
- `struct person students[4];`
-
```
students[0].name
students[0].age
students[0].sex
```
  - 它们都是变量，一般称为结构的成员变量

结构（Structure）的内存占用

- 一个结构变量的成员变量在内存中是相邻的
- 整个结构变量的将占用多少内存呢？
  - 是所有成员变量的内存总和吗？
  - 我们应该用sizeof获得结构的大小
  - 事实上，结构所占的实际空间一般是按照机器字长对齐的
    - 不同的编译器、不同的平台、不同的编译参数，对齐方式会有变化。

sizeof到底是什么？

- 它是一个C语言的关键字，并不是函数
- 可以用两种形式使用
  - sizeof(表达式)
    - 一般都使用sizeof(变量名)
  - sizeof(类型)
- 求出的结果为表达式值所属类型或者类型占用的字节数

struct类型的特点

- 一个普通的类型
  - 所以可以定义该类型的变量、数组、指针……
  - 它的成员可以是任意类型
    - 基本类型、数组、指针、结构……
  - 可以做函数的参数类型和返回值类型
- struct类型的变量
  - 可以互相赋值
  - 可以&
  - 不可能参与运算
- 它的成员个个也都是如假包换的变量
- 面向对象和数据库是struct的思想的发展

结构指针

```
struct point
{
   int x;
   int y;
};
```

```
struct point pt;
struct point* ppt;
```

```
ppt = &pt;
```

怎样通过ppt访问pt的成员？

```
(*ppt).x = 0;
ppt->x = 0;     /* 更常用 */
```

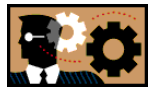
思考题

```
struct point
{
   int x;
   int y;
};
struct rect
{
   struct point pt1;
   struct point pt2;
};
```

- `struct rect rt, *rp=&rt;`
- 下面表达式哪些合法？
  - `rt.pt1.x`
  - `(*rp).pt1.x`
  - `rp->pt1.x`
  - `rt->pt1.x` ✗
- 上面合法的表达式都是等价的吗？

再思考

- 下面的结构什么意思？



```
struct something
{
      struct something obj1;
      struct something obj2;
};
```

- 下面的的呢？

```
struct something
{
      char name[10];
      struct something* pOtherObj;
};
```

- 第一个结构无限循环了，第二个没问题

定义自己的类型名

```
struct person student;   /* It works */
person student;    /* Can this work? */

typedef struct
{
   ……;
   ……;
} person;

person student;          /* It works! */
```


结构做参数和返回值

- 结构变量类型是一个结构，其值不好描述：

```
typedef struct{int x; int y;} point;
point mid, begin, end = {0, 0};
begin = end;
```

- 所以对代码：

```
point MidPt(point pt1, point pt2)
{
   point pt;
   pt.x = (pt1.x+pt2.x)/2;
   pt.y = (pt1.y+pt2.y)/2;
   return pt;
}
mid = MidPt(begin, end);
```

- MidPt中begin和end会得到什么？mid得到什么？

结构做参数和返回值

- 这样呢？

```
void MidPt(const point* pPt1,
           const point* pPt2,
           point* pMid)
{
   pMid->x = (pPt1->x + pPt2->x)/2;
   pMid->y = (pPt1->y + pPt2->y)/2;
}

MidPt(&begin, &end, &mid);
```

- 指针传递效率更高，内容传递更直观

位字段

- 想表达人的姓名、性别、肤色、出生年、月、日，都定义什么类型的成员变量？

```
struct person
{
   char name[12];
   char sex;
   char color;
   int  year;
   char month;
   char day;
};
```

- 这样有很多的空间浪费，比如month只可能取值1-12

位字段

```
struct person
{
   char           name[12];
   unsigned int   sex   : 2;
   unsigned int   color : 2;
   int            year;
   unsigned int   month : 4;
   unsigned int   day   : 5;
};
```

成员所占位数

- 调整成员顺序可以让结构更紧凑，占用内存更少
- 每个位段都可以当作一个无符号整型数使用
  - 表达范围当然受限，而且当然不能取地址

结构的一个高级用法

- 记录成绩，但成绩个数不定（选修课）

```
struct person
{
   char studentNo[12];
   char name[12];
   int numberOfScores;
   float score[];
};
```

int好还是char[]好？

怎么是空的？

- 最后一个数组的定义可以不指定元素个数，此时它只是一个符号，不占用内存

结构的一个高级用法

```
struct person* pStudent;
int numberOfScores, size, i;

scanf("%d", &numberOfScores);

size = sizeof(struct person)
       + numberOfScores * sizeof(float);
pStudent = (struct person*)malloc(size);

pStudent->numberOfScores=numberOfScores;
for (i=0; i<numberOfScores; i++)
{
     printf("%d:", i+1);
     scanf("%f", &(pStudent->score[i]));
}
```

struct.c

联合（Union）

- `union u_tag`
  ```
  {
     int   ival;
     float fval;
     char* sval;
  } u ;
  ```
- 使用上和`struct`一样
- 特点：
  - `u.ival`、`u.fval`、`u.sval`的地址相同
- `sizeof(union xxx)`取决于占空间最多的那个成员变量

C语言的核心学习到此结束

- 教材P168列出的32个关键字和围绕它们的语法、符号构成了C语言的核心
  - 26个字母以及围绕它们的构词法、语法构成了英语的核心
- 本课程对C语言核心的讲述并非面面俱到
  - 一些比较“偏”，很少用到的没有涉及
- 学会原理，掌握思维
  - 复杂的表面都是简单的原理的外在表现
- 仅掌握语言的核心当然不能熟练运用语言
  - 背下英语的所有单词和语法，你就能写出莎士比亚一样的诗句了吗？

C语言中的三大定律

- 表达式定律
  - 任何能产生数值结果的运算、操作都可以作为表达式，并可以放到任何需要数值结果的地方，只要数值类型能够匹配
  - 常见的可以产生数值结果的运算和操作
    - 算术、逻辑、位运算等
    - ？：、&、*等
    - 有返回值的函数
    - 赋值
  - 常见的需要数值的地方有：
    - 赋值
    - 条件判断
    - 函数调用

C语言中的三大定律

- 类型定律
  - 任何类型都可以在任何需要类型的地方使用；用任何类型定义的变量都要占用内存
  - 已知特例
    - 函数返回值不能定义为数组类型（只能是指针的形式）
    - 函数参数定义为数组类型，此时该参数不占用内存
  - 常用类型
    - 基本数据类型、指针、数组、结构……
  - 常见的需要类型的地方
    - 定义变量
    - 定义指针、数组和结构
    - 函数参数和返回值
    - `sizeof`

C语言中的三大定律

- 参数传递定律
  - 函数调用时的参数传递永远都是传值调用，把实参的值拷贝给形参
    - 实参：调用者提供的参数
    - 形参：函数定义的参数
    - 基本数据类型无容置疑
    - `struct`也无容置疑
    - 指针作为参数时，把指针变量的内容（就是其指向的内存地址）做了拷贝
    - 数组名作为参数时，把它等同于指针看待