1.7. Работа со структурами данных.

Thursday, April 23, 2020 0:55

В уроке 1.5 (Массивы) мы познакомились с массивами, которые позволяют нам группировать элементы одного типа в один целостный объект. Чтобы обратиться к элементу массива, достаточно просто вызвать переменную массива и указать позицию элемента в массиве.

В языке C существует еще один способ группировки элементов, который называется *структурой*.

В этом уроке мы рассмотрим:

- Объявление структур
- Передачу структур в функции
- Массивы структур
- Структуры массивов

Понятие структуры

Допустим, нам нужно хранить значение текущей даты, например, 25/9/15, которое мы будем выводить на экран или проводить над ним некие вычисления. Очевидно, нам ничто не мешает хранить значение числа, месяца и года в отдельных переменных, вроде:

```
int day = 25, month = 9, year = 2015;
```

Но что если нам нужно хранить не одну дату, а несколько дат. Например, сегодняшнюю дату или даты, введенные пользователем. Придется создавать по три переменные для каждой даты. А еще помимо этого куча других переменных для других функций программы. Запутаешься.

Структуры помогают нам группировать связанные между собой переменные в единый объект, чтобы с ними было проще работать. Рассмотрим, как с ними работать.

Структура для хранения даты

Начнем с объявления структуры с датой. Синтакс выглядит следующим образом:

```
1 struct  date
2 {
3     int  day;
4     int  month;
5     int  year;
6 };
```

Так, мы объявили структуру `date`, которая состоит из трех переменных типа `int`: `day`, `month` и `year`.

Фактически, созданная нами структура также является новым типом данных. И мы можем создавать переменные типа `date`, которые также будут состоять из трех "подпеременных", – `day`, `month` и `year`.

Синтакс для объявления переменных типа `date` будет выглядеть следующим образом:

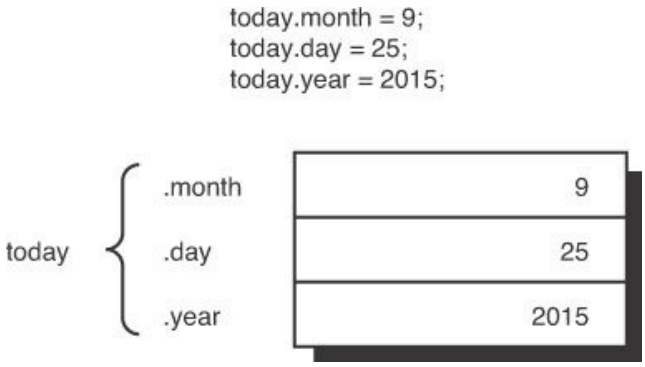
```
struct date  today, purchaseDate;
```

Легким движением руки мы теперь храним сегодняшнюю дату `today` и дату покупки `purchaseDate`.

Обращение к переменным структуры также немного отличается от обращения к обычным переменным. Например, если нам нужно установить значение day переменной today, нужно написать:

```
today.day = 25;
```

То есть, данные в переменной `today` типа `date` хранятся следующим образом:



Напишем программу, в которой мы объявим структуру date, переменную типа date, заполним ее и выведем на экран.

```
 1 // Program to illustrate a structure
 2
 3 #include <stdio.h>
 4
 5 int main (void)
 6 {
 7         struct date
 8         {
 9             int  day;
10             int  month;
11             int  year;
12         };
13
14         struct date today;
15
16         today.day = 25;
17         today.month = 9;
18         today.year = 2015;
19
20         printf ("Today's date is %i/%i/%.2i.\n",
21                 today.day, today.month, today.year % 100);
22
23         return 0;
24 }
```

Программа выдаст:

```
Today's date is 9/25/15.
```

Выражения работают со структурами точно так же, как и с обычными переменными. Например, если мы поделим элемент структуры типа int на целое число, то деление будет проводиться как целочисленное:

```
century = today.year / 100 + 1;
```

Структуры и функции

Напишем программу, которая рассчитывает дату следующего дня. Нужно учесть, что в месяцах разное количество дней, а также есть високосные годы.
Количество дней в месяцах мы занесем в массив констант и перед определением числа дней в феврале будем проверять текущий год на високосность.

```c
// Program to determine tomorrow's date

#include <stdio.h>
#include <stdbool.h>

struct  date
{
        int  day;
        int  month;
        int  year;
};

int main (void)
{
        struct date  today, tomorrow;
        int  numberOfDays (struct date d);

        printf ("Enter today's date (dd mm yyyy): ");
        scanf ("%i%i%i", &today.day, &today.month, &today.year);

        if  ( today.day != numberOfDays (today) ) {
                  tomorrow.day = today.day + 1;
                  tomorrow.month = today.month;
                  tomorrow.year = today.year;
        }
        else if ( today.month == 12 ) {    // end of year
                  tomorrow.day = 1;
                  tomorrow.month = 1;
                  tomorrow.year = today.year + 1;
        }
        else {                             // end of month
                tomorrow.day = 1;
                tomorrow.month = today.month + 1;
                tomorrow.year = today.year;
          }

        printf ("Tomorrow's date is %i/%i/%.2i.\n",
                        tomorrow.day, tomorrow.month, tomorrow.year % 100);

        return 0;
}

// Function to find the number of days in a month

int  numberOfDays  (struct date  d)
{
        int   days;
        bool  isLeapYear (struct date  d);
        const int   daysPerMonth[12] =
                { 31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31 };

        if ( isLeapYear (d) == true &&  d.month == 2 )
                  days = 29;
        else
                  days = daysPerMonth[d.month - 1];

        return days;
}

// Function to determine if it's a leap year

bool  isLeapYear (struct date  d)
{
        bool  leapYearFlag;

        if ( (d.year % 4 == 0  &&  d.year % 100 != 0)  ||
```

```
67                 d.year % 400 == 0 )
68                  leapYearFlag = true;   // It's a leap year
69         else
70                  leapYearFlag = false;  // Not a leap year
71
72         return leapYearFlag;
73 }
```

Протестируем программу.

```
Enter today's date (dd mm yyyy): 28 2 2016
Tomorrow's date is 29/2/16.
```

Первое, на что обращаем внимание – структура `date` объявлена вне функций, – как глобальная переменная. Это позволяет нам создавать переменные типа `date` из любой функции. Структуры точно так же, как и переменные, бывают локальными и глобальными. То есть, если мы объявим структуру внутри функции, она будет локальной и будет доступна только внутри функции.

В функции `main()` прототип

```
int  numberOfDays (struct date d);
```

сообщает компилятору, что функция `numberOfDays()` возвращает значение типа int и получает на вход аргумент типа `struct date`.

Для проверки окончания месяца мы используем строку

```
if  ( today.day != numberOfDays (today) )
```

Здесь мы передаем в функцию переменную типа `date`. Чтобы функция поняла, что это за тип такой, нужно его указать при объявлении функции:

```
int  numberOfDays (struct date d)
```

Функции работают с переданными в них структурами как с переменными, а не как с массивами. То есть, внутри функции создается копия структуры, над которой уже проводится дальнейшая работа. А переданая в функцию переменная остается без изменений.

Также обратите внимание на ввод даты – три цифры через пробел. Реализуется такой ввод следующим образом:

```
scanf ("%i%i%i", &today.day, &today.month, &today.year);
```

И еще маленькая, но важная деталь. Мы назвали функцию проверки високосного года `isLeapYear`, что сразу помогает понять, что функция возвращает бинарное значение ("да" или "нет"). Всегда стоит помнить про читабельность кода.

Перенесем код из функции `main()` в отдельную функцию, которая будет возвращать структуру.

```
1 // Function to calculate tomorrow's date
2
3 struct date  dateUpdate (struct date  today)
4 {
5         struct date  tomorrow;
6         int  numberOfDays (struct date  d);
7
8         if ( today.day != numberOfDays (today) ) {
9                 tomorrow.day = today.day + 1;
10                tomorrow.month = today.month;
11                tomorrow.year = today.year;
12        }
13        else if ( today.month == 12 )  {   // end of year
14                tomorrow.day = 1;
```

```
15                  tomorrow.month = 1;
16                  tomorrow.year = today.year + 1;
17          }
18          else {                                  // end of month
19                  tomorrow.day = 1;
20                  tomorrow.month = today.month + 1;
21                  tomorrow.year = today.year;
22          }
23
24          return tomorrow;
25  }
```

Таким образом, мы можем не только передавать структуры в функцию, но и создавать функции, которые будут возвращать созданные нами структуры.

Структура для хранения времени

Теперь предположим, что нам нужно хранить время, т.е. часы, минуты и секунды. По аналогии с датой, воспользуемся структурой:

ы

По аналогии с датами, напишем программу, которая будет увеличивать текущее время на 1 секунду. Сначала рассмотрим, что для этого нужно.

1. Если количество секунд достигает 60, их нужно сбросить до 0 и увеличить количество минут на 1.
2. Если количество минут достигает 60, их нужно сбросить до 0 и увеличить количество часов на 1.
3. Если количество часов достигает 24, то часы, минуты и секунды нужно сбросить до 0.

Программа будет использовать функцию timeUpdate, которая в качестве аргумента получает текущее время и возвращает время, которое будет через секунду.

```
1  //  Program to update the time by one second
2
3  #include <stdio.h>
4
5  struct  time
6  {
7          int  hour;
8          int  minutes;
9          int  seconds;
10 };
11
12 int main (void)
13 {
14         struct time  timeUpdate (struct time  now);
15         struct time  currentTime, nextTime;
16
17         printf ("Enter the time (hh:mm:ss): ");
18         scanf ("%i:%i:%i", &currentTime.hour,
19                            &currentTime.minutes, &currentTime.seconds);
20
21         nextTime = timeUpdate (currentTime);
22
23         printf ("Updated time is %.2i:%.2i:%.2i\n", nextTime.hour,
24                                  nextTime.minutes, nextTime.seconds );
25
26         return 0;
27 }
28
29 // Function to update the time by one second
30
```

```
31 struct time  timeUpdate (struct time  now)
32 {
33         ++now.seconds;
34 
35         if ( now.seconds == 60 )  {     // next minute
36                 now.seconds = 0;
37                 ++now.minutes;
38 
39                 if ( now.minutes == 60 ) {  // next hour
40                         now.minutes = 0;
41                         ++now.hour;
42 
43                         if ( now.hour == 24 ) // midnight
44                               now.hour = 0;
45                 }
46         }
47 
48         return now;
49 }
```

Протестируем программу.

```
Enter the time (hh:mm:ss): 23:59:59
Updated time is 00:00:00
```

Снова обратите внимание на то, как реализован ввод. Выражение

```
"%i:%i:%i"
```

указывает на то, что программа будет ожидать три целых числа через двоеточие. В последующих уроках мы разберем ввод подробнее.

Инициализация структур

Как и с другими переменными, если структурная переменная автоматического типа, она будет инициализирована каждый раз при вызове функции, в которой она объявлена. Если же переменная статическая, она будет инициализирована только на старте программы.

Инициализация структур похожа на инициализацию массивов – элементы пишутся в фигурных скобках через запятую. Например, вот так инициализируется переменная `today` типа `date`:

```
struct date  today = { 14, 2, 2015 };
```

Дата будет выставлена на 14 февраля 2015 года. Порядок чисел в скобках должен совпадать с порядком объявленных элементов в структуре.

Можно задавать не все значения, также по аналогии с массивами. Например, выражение

```
struct date  today = { 14, 2 };
```

задаст только число и месяц, а год будет некоторым неопределенным значением (если переменная автоматического типа продолжительности).

Также можно задавать произвольные элементы в произвольном порядке:

```
struct date today = { .year = 2015 };
```

Составные литералы (compound literals)

В языке C можно присваивать структуре одно или несколько значений, используя *составные литералы*. Например, переменной `today` типа `date` можно присвоить значения следующим образом:

```
today = (struct date) { 14, 2, 2015 };
```

Да, это не объявление переменной, а присваивание ей значения, так что оно может быть в любом месте программы. И здесь работают такие же правила, как и при инициализации структур: если пишем просто через запятую, нужно соблюдать порядок.
Либо явно указывать каждый элемент структуры и присваивать элементам значения в произвольном порядке:

```
today = (struct date) { .month = 9, .day = 25, .year = 2015 };
```

Перепишем функцию `dateUpdate()`, чтобы она использовала для присваивания нового значения даты использовала составные литералы.

```
1  // Function to calculate tomorrow's date – using compound literals
2
3  struct date  dateUpdate (struct date  today)
4  {
5          struct date  tomorrow;
6          int  numberOfDays (struct date  d);
7
8          if ( today.day != numberOfDays (today) )
9                  tomorrow = (struct date) { today.day + 1, today.month, today.year };
10         else if ( today.month == 12 )      // end of year
11                 tomorrow = (struct date) { 1, 1, today.year + 1 };
12         else                                // end of month
13                 tomorrow = (struct date) { 1, today.month + 1, today.year };
14
15
16         return tomorrow;
17 }
```

Составные литералы используются по желанию. В примере выше они упростили чтение кода.
Также мы можем их использовать в любых местах, где допустимо использование структур. Например, ничто нам не мешает вот так передать значение в функцию, без использования переменной:

```
nextDay =  dateUpdate ((struct date) { 5, 11, 2004} );
```

Но это часто непрактично.

Массивы структур

Структуры создали нам возможность группировать функционально связанные элементы. Так, если нам, например, нужно хранить 10 значений времени, благодаря структурам, мы можем использовать только 10 переменных вместо 30.

Но еще более оптимальным методом для такого случая является комбинация структуры и массива. Массивы в языке С не ограничены стандартными типами данных; ничто нам не мешает создавать массивы структур. Например,

```
struct date  birthdays[15];
```

определяет массив `birthdays` из 15 элементов типа `date`.
Запись во второй элемент массива будет выглядеть вот так:

```
birthdays[1].month = 8;
birthdays[1].day   = 8;
birthdays[1].year  = 1986;
```

Дальше авторы учебника вместо продолжения примеров с датой, совершенно невпопад

переключаются на примеры со временем. Надо будет потом исправить.

Для передачи в функцию `checktime()` элемента `experiments[4]` типа `time`, достаточно просто указать массив с индексом элемента:

```
    checkTime (experiments[4]);
```

Инициализация массивов структур похожа на инициализацию многомерных массивов. Выражение

```
    struct time  runTime [5] =
            {  {12, 0, 0},  {12, 30, 0},  {13, 15, 0} };
```

устанавливает первым трем элементам массива `runTime` значения 12:00:00, 12:30:00 и 13:15:00. Внутренние скобки не обязательны, то есть можно и вот так:

```
    struct time  runTime[5] =
         { 12, 0, 0, 12, 30, 0, 13, 15, 0 };
```

А выражение

```
    static struct time runTime[5] = { [1].hour = 12, [1].minutes = 30 };
```

объявляет статический массив `runTime` и инициализирует только часы и минуты во втором элементе.

Напишем программу, которая нагляднее проиллюстрирует работу с массивами структур. Она будет увеличивать время в элементах массива на одну секунду, при помощи функции `timeUpdate()`, как это делалось в программе из предыдущей главы.

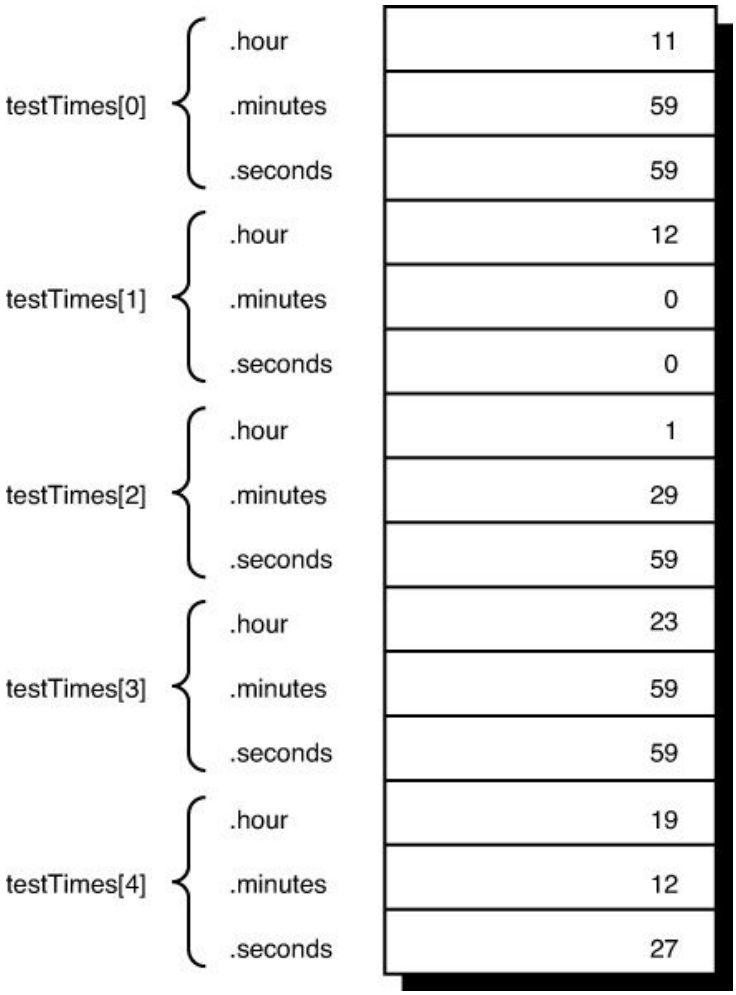
```
 1 //  Program to illustrate arrays of structures
 2
 3 #include <stdio.h>
 4
 5 struct  time
 6 {
 7         int  hour;
 8         int  minutes;
 9         int  seconds;
10 };
11
12 int main (void)
13 {
14         struct time  timeUpdate (struct time  now);
15         struct time  testTimes[5] =
16                 {  { 11, 59, 59 }, { 12, 0, 0 }, { 1, 29, 59 },
17                      { 23, 59, 59 }, { 19, 12, 27 }};
18         int  i;
19
20         for ( i = 0;  i < 5;  ++i )  {
21                 printf ("Time is %.2i:%.2i:%.2i", testTimes[i].hour,
22                         testTimes[i].minutes, testTimes[i].seconds);
23
24                 testTimes[i] = timeUpdate (testTimes[i]);
25
26                 printf (" ...one second later it's %.2i:%.2i:%.2i\n",
27                         testTimes[i].hour, testTimes[i].minutes, testTimes[i].seconds);
28         }
29
30         return 0;
31 }
32
33 struct time  timeUpdate (struct time  now)
34 {
35         ++now.seconds;
```

```
36
37          if ( now.seconds == 60 )  {     // next minute
38                  now.seconds = 0;
39                  ++now.minutes;
40
41                  if ( now.minutes == 60 ) {  // next hour
42                          now.minutes = 0;
43                          ++now.hour;
44
45                          if ( now.hour == 24 ) // midnight
46                                  now.hour = 0;
47                  }
48          }
49
50          return now;
51  }
```

Программа выдаст:

```
Time is 11:59:59 ...one second later it's 12:00:00
Time is 12:00:00 ...one second later it's 12:00:01
Time is 01:29:59 ...one second later it's 01:30:00
Time is 23:59:59 ...one second later it's 00:00:00
Time is 19:12:27 ...one second later it's 19:12:28
```

Здесь массиву `testTimes` задаются начальные значения: 11:59:59, 12:00:00, 1:29:59, 23:59:59, и 19:12:27 соответственно. В оперативной памяти компьютера это будет выглядеть следующим образом:



Каждая структура `time` хранится в соответствующей ячейке массива `testTimes`. Доступ к индивидуальным элементам структуры осуществляется добавлением точки перед их названием.

Понятие массивов структур очень важно при работе с языком С. **Убедитесь, что вы разобрались в этой теме прежде, чем продолжите курс.**

Структуры структур

Язык С позволяет также создавать структуры, содержащие другие структуры.

Мы уже видели, как можно сгруппировать в структуры дату и время. Но бывают случаи, когда дату и время удобнее представлять как единую структуру. Например, когда программа должна выполнять какое-то действие в определенное время и дату.

Создадим структуру `dateAndTime`, содержащую в себе элементы типа `date` и `time`:

```
struct dateAndTime
{
    struct date   sdate;
    struct time   stime;
};
```

То есть, нужно не просто указать сами структуры, а объявить их в виде переменных, в нашем случае мы решили их назвать sdate и stime.

Теперь можем объявить переменную event типа dateAndTime:

```
struct dateAndTime  event;
```

Синтаксис обращения к элементу структуры остается неизменным:

```
event.sdate
```

Таким образом, мы можем обновлять дату и время, обращаясь к одной структуре, а не к нескольким:

```
event.sdate = dateUpdate (event.sdate);
event.stime = timeUpdate (event.stime);
```

А чтобы сослаться на какой-то элемент внутри вложенной структуры, нужно написать:

```
event.sdate.month = 10;
```

Можно и операторы применять:

```
++event.stime.seconds;
```

Инициализация выглядит так:

```
struct dateAndTime  event =
            { { 1, 2, 2015 }, { 3, 30, 0 } };
```

Здесь задается дата 1 февраля 2015 и время 3:30:00.

Можно и не по порядку, только индивидуальные элементы:

```
struct dateAndTime event =
                { { .month = 2, .day = 1, .year = 2015 },
                    { .hour = 3, .minutes = 30, .seconds = 0 }
                };
```

Можно создать массив структур структур:

```
struct dateAndTime  events[100];
```

Обращение к элементу массива выглядит следующим образом:

```
events[i].sdate = dateUpdate (events[i].sdate);
```

Чтобы выставить время 12:00:00 в первом элементе массива, нужно написать:

```
events[0].stime.hour    = 12;
```

```
events[0].stime.minutes = 0;
events[0].stime.seconds = 0;
```

Структуры, содержащие массивы

Как очевидно из заголовка, можно создавать структуры, содержащие массивы в качестве элементов этих структур. Одно из самых частых применений – знаковые массивы. Например, мы хотим создать структуру под названием "month", содержащую количество дней в каждом месяце и аббревиатуры названия каждого месяца. Такая структура будет выглядеть следующим образом:

```
struct  month
{
    int    numberOfDays;
    char   name[3];
};
```

Мы задали массив name из трех знаков, потому что этого достаточно для аббревиатур.

Теперь можно создать переменную типа month:

```
struct month  aMonth;
```

Можно задать элементам переменной значения последовательностью выражений:

```
aMonth.numberOfDays = 31;
aMonth.name[0] = 'J';
aMonth.name[1] = 'a';
aMonth.name[2] = 'n';
```

Или инициализировать переменную при объявлению:

```
struct month  aMonth = { 31, { 'J', 'a', 'n' } };
```

Лучшим решением будет создать не отдельные переменные для каждого месяца, а массив из 12 элементов, – по одному на каждый месяц:

```
struct month  months[12];
```

Напишем программу, в которой мы зададим значения массиву months и выведем их на экран.

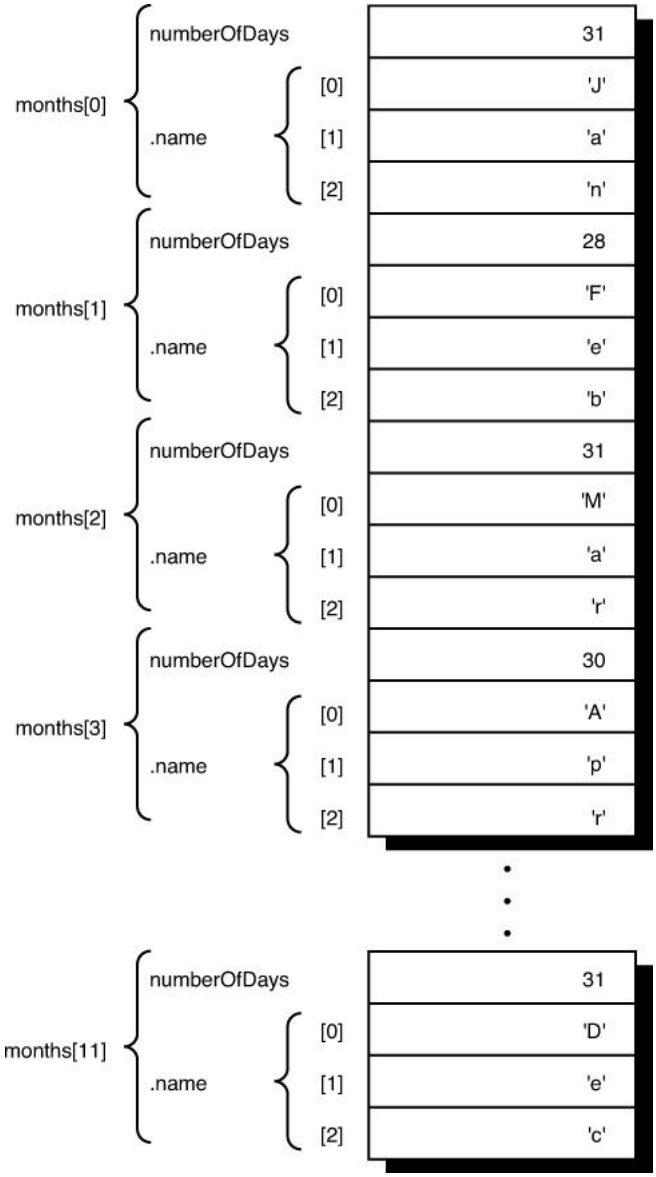
```
// Program to illustrate structures and arrays

#include <stdio.h>

int main (void)
{
    int  i;

    struct  month
    {
            int    numberOfDays;
            char   name[3];
    };

    const struct month  months[12] =
        { { 31, {'J', 'a', 'n'} },  { 28, {'F', 'e', 'b'} },
          { 31, {'M', 'a', 'r'} },  { 30, {'A', 'p', 'r'} },
          { 31, {'M', 'a', 'y'} },  { 30, {'J', 'u', 'n'} },
          { 31, {'J', 'u', 'l'} },  { 31, {'A', 'u', 'g'} },
          { 30, {'S', 'e', 'p'} },  { 31, {'O', 'c', 't'} },
          { 30, {'N', 'o', 'v'} },  { 31, {'D', 'e', 'c'} } };

    printf ("Month    Number of Days\n");
    printf ("-----    --------------\n");
```

```
25
26      for ( i = 0;  i < 12;  ++i )
27          printf (" %c%c%c           %i\n",
28              months[i].name[0], months[i].name[1],
29              months[i].name[2], months[i].numberOfDays);
30
31      return 0;
32  }
```

Программа выдаст:

```
Month    Number of Days
-----    --------------
 Jan           31
 Feb           28
 Mar           31
 Apr           30
 May           31
 Jun           30
 Jul           31
 Aug           31
 Sep           30
 Oct           31
 Nov           30
 Dec           31
```

В памяти программы созданная нами структура выглядит следующим образом:



Как видно из рисунка, нотация months[0] обращается *ко всем элементам* структуры month, находящейся в первом элементе массива months. Таким образом, если мы вдруг будем передавать months[0] в функцию в качестве аргумента, то *при объявлении функции нужно не забыть указать, чтоб она в качестве параметра принимала* `struct month`.

Обращение к элементу структуры в первом элементе массива выглядит следущим образом:

```
months[0].numberOfDays
```

Этот элемент имеет тип int, об этом нужно помнить при объявлении функций и составлении выражений.

Можно даже обратиться к элементу массива внутри структуры:

```
months[0].name[0]
```

Здесь мы обратимся к первому элементу массива name, находящемся в структуре, содержащейся в первом элементе массива months. То есть, символу 'J'. Жесть…

Дополнительные свойства структур

Разберем дополнительные свойства структур.

Во-первых, можно задавать переменные типа структур сразу после объявления самих структур:

```
struct  date
{
    int  month;
```

```
        int  day;
        int  year;
    } todaysDate, purchaseDate;
```

Здесь мы задали переменные todaysDate и purchaseDate типа date.

Можно также сразу на месте инициализировать переменные:

```
    struct  date
    {
        int  month;
        int  day;
        int  year;
    } todaysDate = { 1, 11, 2005 };
```

Можно и массивы объявлять:

```
    struct
    {
        int  month;
        int  day;
        int  year;
    }  dates[100];
```

Обратите внимание, что здесь мы не объявили название структуры. Так можно, но чтоб создавать другие структуры такого же типа, нужно будет заново объявлять структуру (читай: переписывать все 5 строк заново).

Упражнения

2. *Write a program that permits the user to type in two dates and then calculates the number of elapsed days between the two dates.*

```
 1 #include <stdio.h>
 2 #include <stdlib.h> // for abs() function
 3
 4 struct  date
 5 {
 6         int  day;
 7         int  month;
 8         int  year;
 9 };
10
11 int main (void)
12 {
13         long int n (struct date  dateIn);
14
15         struct date  date1, date2;
16         long int numberOfDays;
17
18         printf("Enter first date (dd.mm.yyyy):  ");
19         scanf ("%i.%i.%i", &date1.day, &date1.month, &date1.year);
20         printf("Enter second date (dd.mm.yyyy): ");
21         scanf ("%i.%i.%i", &date2.day, &date2.month, &date2.year);
22         numberOfDays = abs(n(date1) - n(date2));
23
24         printf("\nNumber of elapsed days: %li", numberOfDays);
25
26         return 0;
27 }
28
29 // Function to calculate the n parameter
30
31 long int n (struct date  dateIn)
32 {
33         int f, g;
```

```
        long int n;

        if (dateIn.month <= 2)
                f = dateIn.year - 1;
        else
                f = dateIn.year;

        if (dateIn.month <= 2)
                g = dateIn.month + 13;
        else
                g = dateIn.month + 1;

        n = (1461 * f / 4) + (153 * g / 5) + dateIn.day;

        return n;
}
```

В задании ошибка, вместо 8 авг 2004 и 22 фев 2005 авторы приводят пример для 3 авг 2004 и 21 фев 2005. Но это не помешало и мне допустить ошибку с переполнением переменной. В примере показано, что возможные значения n могут выходить за максимальный предел переменной типа int, нужно внимательно за этим следить.

3. *Write a function elapsed_time that takes as its arguments two time structures and returns a time structure that represents the elapsed time (in hours, minutes, and seconds) between the two times.*

```
struct time elTime (struct time  time1, struct time  time2)
{
        struct time result;
        int totalSeconds1, totalSeconds2, n;
        static int secsInDay = 86400;

        totalSeconds1 = (time1.hrs * 3600) + (time1.mins * 60) + time1.secs;
        totalSeconds2 = (time2.hrs * 3600) + (time2.mins * 60) + time2.secs;

        if ( (totalSeconds2 - totalSeconds1) < 0 )
                n = secsInDay - totalSeconds2 + totalSeconds1;
        else if (totalSeconds1 == 0)
                n = totalSeconds2;
        else
                n = totalSeconds2 - totalSeconds1;

        result.hrs = n / 3600;
        n -= 3600 * (n / 3600); // exploit the remainder cutoff on integer division
        result.mins = n / 60;
        n -= 60 * (n / 60);
        result.secs = n;

        return result;
}
```

Пришлось попотеть, в основном с математикой. Пока тяжело себе представлять в голове даже такие простые вещи.

4. *Use the functions developed in the previous exercise to develop a program that displays the day of the week on which a particular date falls. Make certain that the program displays the day of the week in English (such as “Monday”).*

```
/*
4. Develop a program that displays the day of the week
   on which a particular date falls.
*/

#include <stdio.h>

```

```c
struct  date
{
        int  day;
        int  month;
        int  year;
};

int main (void)
{
        static char days [7][3] = {{'M','o','n'},
                                   {'T','u','e'},
                                   {'W','e','d'},
                                   {'T','h','u'},
                                   {'F','r','i'},
                                   {'S','a','t'},
                                   {'S','u','n'}};

        long int currentDay (struct date  dateIn);

        struct date  date1;
        int i;

        printf("Enter date (dd.mm.yyyy): ");
        scanf ("%i.%i.%i", &date1.day, &date1.month, &date1.year);

        i = currentDay(date1) - 1; // because array index starts from 0
        printf("\n%c%c%c\n", days[i][0], days[i][1], days[i][2]);

        return 0;
}

// Function to calculate the day of the week

long int currentDay (struct date  dateIn)
{
        int f, g;
        long int n, result;

        if (dateIn.month <= 2)
                f = dateIn.year - 1;
        else
                f = dateIn.year;

        if (dateIn.month <= 2)
                g = dateIn.month + 13;
        else
                g = dateIn.month + 1;

        n = (1461 * f / 4) + (153 * g / 5) + dateIn.day;
        result = (n - 621049) % 7;

        return result;
}
```

Ничего сложного, но не уследил за тем, что индекс массива начинается с 0, а не с 1.

5. *Write a function called clockKeeper() that takes as its argument a dateAndTime structure as defined in this chapter. The function should call the timeUpdate() function, and if the time reaches midnight, the function should call the dateUpdate function to switch over to the next day. Have the function return the updated dateAndTime structure.*

```c
struct dateAndTime clockKeeper (struct dateAndTime  now)
{
        now.sdate = dateUpdate(now.sdate);
```

```
    4         now.stime = timeUpdate(now.stime);
    5
    6         return now;
    7 }
```

Странное задание, слишком простое.

6. *Replace the dateUpdate() function with the modified one that uses compound literals as presented in the text. Run the program to verify its proper operation.*

```
    1 struct date  dateUpdate (struct date  today)
    2 {
    3     struct date  tomorrow;
    4     int  numberOfDays (struct date  d);
    5
    6     if ( today.day != numberOfDays (today) )
    7         tomorrow = (struct date) {today.day + 1, today.month, today.year};
    8
    9     else if ( today.month == 12 )     // end of year
   10         tomorrow = (struct date) {1, 1, today.year + 1};
   11
   12     else                              // end of month
   13         tomorrow = (struct date) {1, today.month + 1, today.year};
   14
   15     return tomorrow;
   16 }
```

Толку с этого задания, если оно разбиралось в уроке.