Обзор языка программирования C

Часть примеров позаимствована из книги «Язык программирования C» (Б. Керниган, Д. Ритчи)

Краткая история и особенности

- Разработан Dennis Ritchie в Bell Labs, 1972
- Первое применение – портирование ОС Unix на PDP-11
- Переносимость
- Минимализм
- Прямой доступ к памяти
- Эффективность сгенерированного кода
- Основная нынешняя область применения – системное программирование

Hello, world!

```
#include <stdio.h> /* Заголовочный файл */

  main() /* main() - место начала исполнения программы */
  {
    printf("hello, world\n"); /* отформатировать и напечатать
строку */
  }
```

Компиляция программы, состоящей из одного файла

- gcc hello.c
- GCC = GNU Compiler Collection
- hello.c – имя программы
- Выходной файл – a.out в рабочей директории
- Опция –o позволяет задать имя (gcc hello.c –o hello)
- Больше информации – man gcc

Переменные.

- Имена состоят из букв, цифр и знака подчёркивания(_), первый символ не может быть цифрой
- Переменные регистрозависимые, т.е. A и a – разные переменные
- Обычно нижний регистр используется для переменных, верхний – для констант (о них позже)
- размер переменной можно определить с помощью sizeof(varible)

Переменные – 2. Основные типы.

- **char** – 1 байт. Часто используется при работе с текстовыми строками и памятью.
- **int** – целое число. В данный момент обычно 32 или 64 бита. Конкретный размер зависит от реализации.
- **float** – число с плавающей точкой с единичной точностью.
- **double** – число с плавающей точкой с двойной точностью.
- **void**

Переменные – 3. Квалификаторы.

- **signed/unsigned** – квалификатор char и int. Показывает, является ли переменная знаковой (-N..N-1) или беззнаковой (0..2*N-1)
  - По умолчанию int является signed, для char наличие знака **зависит от реализации**
- **short/long/long long** – модификатор размера переменной.
  - **sizeof(short int) <= sizeof(int) <= sizeof(long int) <= sizeof(long long int)**

Переменные – 4. Примеры.

```
unsigned char c;
int i; /* синоним signed int i */
double d;
short int s;
unsigned long l; /* при наличии long/short тип int может быть
пропущен */
int one = 1;
```

Функция printf ()

- #include <stdio.h>
- int printf(const char *format, список аргументов для подстановки);
- строка с форматом
  - %s – строка
  - % – целое число
  - %f – float
  - %g – double

Примеры

```
#define STR "абырвалг"

printf ("i = %d\n", 10);
/* i = 10 */

printf ("My name is %s\n", STR);
/* My name is абырвалг */

printf ("Длина строки \"%s\" равна %d.\n", STR,
strlen(STR));
/* Длина строки "абырвалг" равна 8. */

printf ("2/3=%10.5f", (float)2/3); /* 10 задаёт минимальную
длину поля, 5 - число цифр после запятой */
/* 2/3=   0.66667 */
```

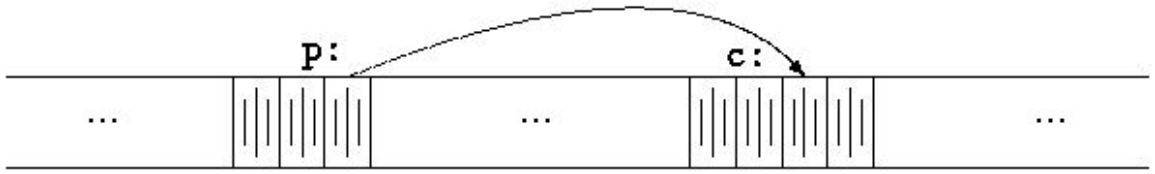
Введение в массивы

- Набор однотипных элементов, последовательно располагающихся в памяти
- Нумерация идёт с нуля
- Возможно задание многомерных массивов
- Количество элементов массива – sizeof(arr)/sizeof(arr[0])

```
int i[100];
double map[100][100]; /* Двумерный */
int sequence[] = {10, 20, 30}; /* С инициализацией */
char string[] = "This is madness!\n"; /* Строка – тоже
массив */
```

Введение в указатели

- Указатель – переменная, содержащая адрес другой переменной
- & - взятие адреса переменной (взятие адреса объекта)
- * - разыменование указателя (доступ к объекту, адрес которого содержит указатель)
- Void * - «бестиповой» указатель
- NULL – нулевой указатель



Введение в указатели - 2

0x0	0x1	…	0x1234	…	…	…

```
int *p = NULL;
int i = 10;
p = &i; /* теперь p содержит адрес в памяти, по которому находится переменная i */
*p = *p + 1; /* запись в адрес, находящийся в p его содержимого, увеличенного на 1 */

/* теперь i содержит 11 */
*p = 0;
/* теперь i содержит 0 */
```

Строковые константы

- Последовательность(возможно, нулевая) ненулевых символов, заканчивающаяся на 0
- Задание строки возможно помещением текста в двойные кавычки (одинарные кавычки – взятие кода символа)
- Спецсимволы: \n, \r, \o**oo**, \x**hh**, \”, \’, \0, \\ и т.д.
- Функция C standard library strlen(str) – длина строки без завершающего \0


```
char *s1 = "Я строка";
char *s2 = "Я" " тоже" " строка";
printf ("Первая строчка\nВторая \”строчка\”");
```

Использование #define для объявления констант.

```
#define MESSAGE "Some frequently used string."
#define DEBUG 0
#define BUFSIZE 1024
#define NEWBUF BUFSIZE*2

/* теперь мы можем использовать определённые выше константы*/
```

«Истина» и «ложь»

- Если численное значение 0, оно ложно
- Иначе оно истинно
  - Например, 1, 1000, -1234 – все истинны

Операторы

- Арифметические: +, -, *, /, %(остаток от деления)
- Логические: >, >=, <, <=, ==, !=, &&(логическое И), ||(логическое ИЛИ), !(отрицание, x!=0 => 0, x==0 => 1)
- Побитовые: &(побитовое И), |(побитовое ИЛИ), ^(исключающее ИЛИ), <<(сдвиг влево), >>(сдвиг вправо), ~(дополнение)

Примеры

```
int a, b;
double x;
a = 2*2; /* a = 4 */
b = (a + 8) / 2; /* b = 6 */
b = 3 / 2; /* b = 1 */
x = 3 / 2; /* x = 1.5 */
a = 1234 || 0; /* a != 0 */
a = 1234 && 0; /* a == 0 */
a = (1 == 0) || (10 > 1) /* a != 0 */
```

++ и --

- Прибавление/вычитание единицы с последующей записью значения в переменную
- Могут находиться перед переменной (префиксная запись, «сперва прибавить/вычесть, потом использовать») и после (постфиксная запись, наоборот)

Примеры

```
int x = 0, n = 0;

n++; /* n = 1 */

x = ++n; /* x = 2, n = 2 */

x = n++; /* x = 2, n = 3 */
```

+=, -=, *= И Т.Д.

- A += B эквивалентно A = A + B
- + - * / % << >> & ^ |

```
/* Пример */

x = 2;

x *= 5; /* x = 10 */

x -=3; /* x = 7 */
```

A ? B : C

- Если A истинна(т.е. не равна 0), то B, иначе C

```
/* Пример: */

/* если x кратно 2, то y = 1, иначе 0 */

y = x % 2 ? 0 : 1;
```

Преобразование типа.

- Возможное преобразование:
  - автоматическое
  - (type)variable
- “Общее правило” – автоматическое преобразование происходит при преобразовании в более «ёмкий» тип данных (например, char -> long int), при котором преобразование имеет смысл (целочисленный тип -> целочисленный тип; указатель -> указатель)

Правила конверсии для беззнаковых чисел

- If either operand is long double, convert the other to long double.
- Otherwise, if either operand is double, convert the other to double.
- Otherwise, if either operand is float, convert the other to float.
- Otherwise, convert char and short to int.
- Then, if either operand is long, convert the other to long.

Приоритет операторов

Наивысший

Самый низкий

Операторы
() [] -> .
! ~ ++ -- + - * (*type*) sizeof
* / %
+ -
<< >>
< <= > >=
== !=
&
^
|
&&
||
?:
= += -= *= /= %= &= ^= |= <<= >>=
,

if-else

```
if (expression)
    statement1
else
    statement2
```

- Если expression истинно, то statement1, иначе – statement2

Примеры

```
/* 1. else идёт с соседним if-ом! */
  if (n > 0)
      if (a > b)
          z = a;
      else
          z = b;

/* 2. */
  if (n > 0) {
      if (a > b)
          z = a;
  }
  else
      z = b;
```

switch

- Условное выполнение кода при равенстве выражения одной из численных констант

```
switch (expression) {
    case const-expr: statements
    case const-expr: statements
    default: statements
}
```

Пример

```
 switch (c) {
        case '0': case '1': case '2':
case '3': case '4':
        case '5': case '6': case '7':
case '8': case '9':
            ndigit[c-'0']++;
            break;
        case ' ':
        case '\n':
        case '\t':
            nwhite++;
            break;
        default:
            nother++;
            break;
        }
```

while - цикл

while (expression)
    statement

- Выполнение statement пока expression не равен 0

```
/* Пример */
int i = 0;
while (i < 10){
        printf("%d\n", i);
        i ++;
}
```

for - цикл

```
for (expr1; expr2; expr3)
    body
```

- содержит 3 выражения, разделённые запятой
- Аналогичен следующей конструкции с while:

```
expr1;
while (expr2) {
    statement
    expr3;
}
```

```
/* Пример */
printf ("напечатать все степени двойки, меньшие 1000\n");
for (i = 1; i <1000; i *=2)
      printf("%d\n", i);
```

Цикл do-while

```
do
    statement
while (expression);
```

- Выполнять statement пока expression не равно нулю. statement выполнятся хотя бы раз

Break и continue

- Break: ранний выход из циклов for, while, do
  - Выход осуществляется из самого вложенного цикла
- Continue: начало следующей итерации цикла

Примеры

```
/* trim:  remove trailing blanks, tabs, newlines */
 int trim(char s[])
 {
    int n;

    for (n = strlen(s)-1; n >= 0; n--)
       if (s[n] != ' ' && s[n] != '\t' && s[n] != '\n')
          break;
    s[n+1] = '\0';
    return n;
 }
```

```
for (i = 0; i < n; i++)
      if (a[i] < 0)   /* skip negative
elements */
          continue;
      ... /* do positive elements */
```

Goto

- Goto – переход по метке
- Использование оправданно очень редко!
- Есть возможность перехода между функциями – **man longjmp**

```
for (i = 0; i < n; i++)
        for (j = 0; j < m; j++)
            if (a[i] == b[j])
                goto found;
    /* didn't find any common element */
    ...
 found:
    /* got one: a[i] == b[j] */
    ...
```

Функции

тип_возвращаемого_значения имя_функции **(аргумент1, аргумент2, ...)**

```
{
    ... /* тело функции */
}
```

- Перед использованием функция должна быть объявлена.
- Тип возвращаемого значения может быть **void**(ничего не возвращает)
- Количество аргументов может быть как целым, так и переменным(**man stdarg**). Кроме того, оно тоже может быть равным нулю (void).
- Пустые скобки – количество аргументов не определено!
- Функции не могут быть объявлены внутри других функций

Пример

```
#include <stdio.h>

int power(int m, int n);

/* test power function */
main()
{
    int i;

    for (i = 0; i < 10; ++i)
        printf("%d %d %d\n", i, power(2,i), power(-3,i));
    return 0;
}

/* power:  raise base to n-th power; n >= 0 */
int power(int base, int n)
{
    int i,  p;

    p = 1;
    for (i = 1; i <= n; ++i)
        p = p * base;
    return p;
}
```

Заголовочные файлы

calc.h

```
#define NUMBER '0'
void push(double);
double pop(void);
int getop(char []);
int getch(void);
void ungetch(int);
```

main.c

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "calc.h"
#define MAXOP 100
main() {
    ...
}
```

getop.c

```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include "calc.h"
getop() {
    ...
}
```

stack.c

```
#include <stdio.h>
#include "calc.h"
#define MAXVAL 100
int sp = 0;
double val[MAXVAL];
void push(double) {
    ...
}
double pop(void) {
    ...
}
```

getch.c

```
#include <stdio.h>
#define BUFSIZE 100
char buf[BUFSIZE];
int bufp = 0;
int getch(void) {
    ...
}
void ungetch(int) {
    ...
}
```

external, static, register, volatile переменные

- External – задание внешнего связывания (external linking). Все обращения к external объектам, даже из разных, независимо откомпилированных файлов, происходят к одному и тому же объекту в памяти
- Static - вне функций - ограничение области видимости до файла, внутри – сохранение значения между вызовами для локальных переменных
- Register - рекомендация компилятору держать значение в переменной в регистре процессора
- Volatile - Значение переменной может быть изменено вне программы

Директивы препроцессора

- #include “name”, #include <name>
- #define что_заменить на_что_заменить
- #undef
- #if, #ifdef, #ifndef, #elif, #endif

Примеры

```
#define BUFSIZE 1024
#define  forever  for (;;)
#define  max(A, B)  ((A) > (B) ? (A) : (B)) /* обратите внимание на
сторонние эффекты! */
```

```
#if SYSTEM == SYSV
    #define HDR "sysv.h"
  #elif SYSTEM == BSD
    #define HDR "bsd.h"
  #elif SYSTEM == MSDOS
    #define HDR "msdos.h"
  #else
    #define HDR "default.h"
  #endif
  #include HDR
```

Ещё об указателях и массивах

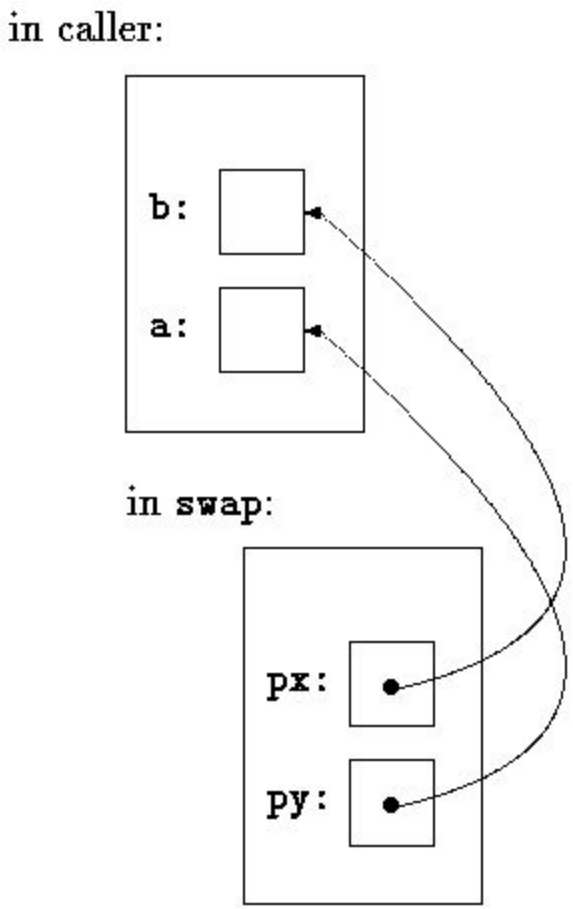
```
swap(a, b);
```

.....

```
void swap(int x, int y)  /* НЕПРАВИЛЬНО*/
{
    int temp;

    temp = x;
    x = y;
    y = temp;
}
```

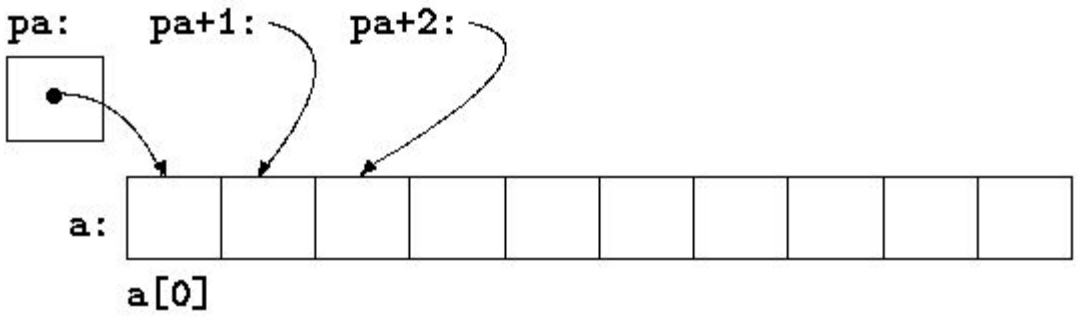
Ещё об указателях и массивах

```
swap(&a, &b);

  void swap(int *px, int *py)  /*
поменять местами *px и *py */
  {
     int temp;

     temp = *px;
     *px = *py;
     *py = temp;
  }
```



Ещё об указателях и массивах

```
int a[10];
int *pa;
pa = &a[0];
x = *pa;
y = *(pa + 1) /* над указателями возможны арифметические действия */
```



Передача параметров программе. Аргументы main.

- 1 аргумент – количество аргументов
- 2 аргумент – массив строк с аргументами

```
#include <stdio.h>

/* echo command-line arguments; 2nd version */
main(int argc, char *argv[])
{
    while (--argc > 0)
        printf("%s%s", *++argv, (argc > 1) ? " " : "");
    printf("\n");
    return 0;
}
```

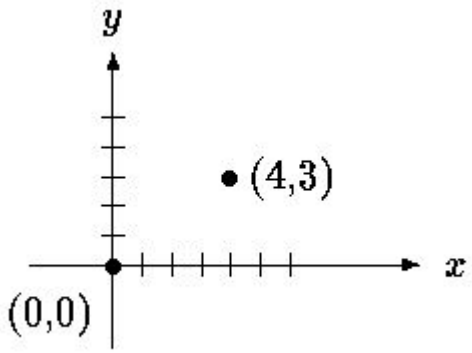
Указатели на функцию

- Возможно задание и передача указателей на функции

```
int (*pf)();    /* указатель на функцию, возвращающую int */
int (*comp)(int, void *); /* указатель на функцию с целым
числом в роли первого аргумента и void * указателем в роли
второго */
```

Структуры

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



- Набор переменных (возможно, различных типов) объединённых вместе для простоты работы с ними
- struct struct_name { ... } x, y, z;
- p->x то же самое, что (*p).x

typedef

- Задание пользовательского типа данных

```
typedef struct tnode { /* the tree node: */
    char *word;          /* points to the text */
    int count;          /* number of occurrences */
    struct tnode *left;   /* left child */
    struct tnode *right;  /* right child */
  } Treenode;
```

Полезные функции C standard library

- printf/scanf, sprintf/sscanf, fprintf/fscanf
- putchar/getchar, putc/getc
- fopen/fclose – работа с файлами
- memcpy
- strcpy
- malloc/realloc/free
- strlen
- is(alpha/upper/digit/…)
- sin,cos,sqrt,… (-lm в строке компиляции для линковки мат. библиотеки)

Литература

- Б. Керниган, Д. Ритчи – «Язык программирования Си» (Kernigan, Ritchie – “The C Programming Book”) aka “K&R”
- The C standard library: Linux manpages / MSDN
- Б. Керниган, Р. Пайк – «Практика программирования» (Kernigan, Pike – “The Practice of Programming”)

Спасибо за внимание!

Вопросы?

Следующая лекция – Введение в C++

Backup

Перечисления (enumerations)

```
/* Предоставляют простой способ задания нескольких констант с различиющимися значениями */
/* По умолчанию значение первого элемента - 0 */
enum months { JAN = 1, FEB, MAR, APR, MAY, JUN, JUL, AUG, SEP, OCT, NOV, DEC };

/* Переменной может и не быть: */
enum { UP, DOWN, RIGHT, LEFT };
```

unions

- Структура, члены которой располагаются по одному и тому же адресу памяти

```
union u_tag {
    int ival;
    float fval;
    char *sval;
 } u;
```

Битовые поля

- Задание размеров элементов структур в битах

```
struct {
    unsigned int is_keyword : 1;
    unsigned int is_extern  : 1;
    unsigned int is_static  : 1;
} flags;
```