

Курс «Алгоритмы и алгоритмические языки»

Лекция 9

Поразрядные операции

- ◇ & (поразрядное И)
- ◇ | (поразрядное включающее ИЛИ)
- ◇ ^ (поразрядное исключающее ИЛИ))
- ◇ << (сдвиг влево)
- ◇ >> (сдвиг вправо)
 - ◆ Беззнаковое число – заполнение нулями
 - ◆ Знаковое число – заполнение значением знакового разряда («арифметический сдвиг») или нулями («логический сдвиг»)
- ◇ ~ (дополнение до 1, или *инверсия*)

Тип «степень множества» (булеан)

- ◇ Пусть U – множество. Множество всех подмножеств множества U называется *степенью множества U* .
- ◇ Пусть B – степень конечного множества U . Тогда $|B| = 2^{|U|}$.
- ◇ *Характеристической функцией χ_C* подмножества C множества U называется функция, принимающая значение 1 на элементах U , входящих в состав C , и значение 0 на остальных элементах U .
- ◇ Множества удобно задавать через их характеристические функции. При этом в зависимости от количества элементов базового множества U его характеристическая функция, кодированная битами целого типа, может иметь тип
 - `unsigned char` (если $|U| \leq 8$)
 - `unsigned int` (если $|U| \leq 32$)
 - `unsigned long long` (если $|U| \leq 64$)

Тип «степень множества»

◇ **Пример.** Пусть $U = \{r, o, y, g, c, b, v, w\}$. Тогда его подмножества задаются переменными типа **unsigned char**: $|B| = 2^{|U|}$

$\{\}$ задается значением 00000000,

$\{r, y, g\}$ – значением 10110000

$\{r, o, y, g, c, b, v, w\}$ – значением 11111111

буквы r, o, y, g, c, b, v, w являются первыми буквами семи цветов спектра и белого цвета:

r – *red*

c – *cyan*

o – *orange*

b – *blue*

y – *yellow*

v – *violet*

g – *green*

w – *white*

Реализация операций над множествами с помощью поразрядных операций

◇ $\&$ (поразрядное И) соответствует пересечению множеств:

$$B = \{r, y, g, b, w\}, C = \{r, o, y, g, v\}$$

$$\chi_B = 10110101, \chi_C = 11110010$$

$$\chi_B \& \chi_C = 10110101 \& 11110010 = 10110000$$

$$B \cap C = \{r, y, g\}$$

Реализация операций над множествами с помощью поразрядных операций

◇ | (поразрядное включающее ИЛИ) соответствует объединению множеств:

$$B = \{r, y, g, b, w\}, C = \{r, o, y, g, v\}$$

$$\chi_B = 10110101, \chi_C = 11110010$$

$$\chi_B \mid \chi_C = 10110101 \mid 11110010 = 11110111$$

$$B \cup C = \{r, o, y, g, b, v, w\}$$

Реализация операций над множествами с помощью поразрядных операций

◇ \sim (инверсия) соответствует дополнению до множества U :

$$B = \{r, y, g, b, w\}$$

$$\chi_B = 10110101$$

$$\chi_{\sim B} = 01001010$$

$$\sim B = \{o, c, v\}$$

Структуры

- ◆ Структура – это совокупность нескольких переменных, часто разных типов, сгруппированных под одним именем для удобства
 - ◆ Переменные, перечисленные в объявлении структуры, называются ее *полями*, *элементами*, или *членами*.

◆ **Объявление структуры:**

```
struct метка структуры { поля структуры } ;
```

```
struct point
```

```
{
```

```
    int x;
```

```
    int y;
```

```
} f, g;
```

```
struct point h, center = {32, 32};
```

Структуры

- ◆ Поля структуры могут иметь любой тип, например, тип массива или тип другой структуры

```
struct rect
{
    struct point pt1;
    struct point pt2;
};
```

- ◆ *Инициализация структуры:*

```
struct rect r = { .pt1 = {4, 4},
                 .pt2 = {7, 6} };
/* Остальные элементы - нулевые */
struct rect r2 = { .pt2.x = 5 };
```

- ◆ Размер структуры в общем случае **не равен** сумме размеров ее элементов (выравнивание)

Структуры

◆ Доступ к полям структуры: операция точка "."

◆ `f.x, g.y, r.pt1.x`

◆ Присваивание структур целиком: `f = g;`

◆ Массивы структур

```
#define NRECT 15
```

```
/* Первый прямоугольник вокруг 0, 0 */
```

```
struct rect rectangles[NRECT]
```

```
= {{-1, -1, 1, 1}};
```

```
/* Последний прямоугольник - большой */
```

```
#define BOUND 1024
```

```
struct rect bounded_rectangles[NRECT]
```

```
= {[NRECT-1] = {-BOUND, -BOUND,  
                BOUND,  BOUND}};
```

Указатели на структуры

◇ `struct rect r = {.pt1 = {4, 4},
 .pt2 = {7, 6}};`

`struct rect *pr = &r;`

◇ Доступ к полям структуры через указатель:

`pr->pt1 (= (*pr).pt1), pr->pt2.x`

◇ Адресная арифметика:

`struct rect *pr = &bounded_rectangles[0];`

`while (pr->pt1.x != -BOUND)`

`pr++;`

Приоритеты операций

Операции	Ассоциативность
() [] -> .	Слева направо
! ~ ++ -- + - sizeof (type) * &	Справа налево
* / %	Слева направо
+ -	Слева направо
<< >>	Слева направо
< <= > >=	Слева направо
== !=	Слева направо
&	Слева направо
^	Слева направо
	Слева направо
&&	Слева направо
	Слева направо
? :	Справа налево
= += -= *= /= %= &= ^= = <<= >>=	Справа налево
,	Слева направо

Объединения

- ◆ Объединение – это объект, который может содержать значения различных типов (но не одновременно)

```
struct constant
{
    int ctype;
    union
    {
        int i;
        float f;
        char *s;
    } u;
} sc;
```

```
switch (sc.ctype)
{
    case CI:
        printf("%d",sc.u.i);
        break;
    case CF:
        printf("%f",sc.u.f);
        break;
    case CS: puts(sc.u.s);
}
```

- ◆ Размер объединения достаточно велик, чтобы содержать максимальный по размеру элемент
- ◆ Можно выполнять те же операции, что и со структурами

Битовые поля

- ◆ Для экономии памяти можно точно задать размер поля в битах (например, набор флагов)

```
struct tree_base {  
    unsigned code : 16;  
    unsigned side_effects_flag : 1;  
    unsigned constant_flag : 1;  
    <...>  
    unsigned lang_flag_0 : 1;  
    unsigned lang_flag_1 : 1;  
    <...>  
    unsigned spare : 12;  
}
```

- ◆ Адрес битового поля брать запрещено
- ◆ Можно объявить анонимные поля (для выравнивания)
- ◆ Можно объявить битовое поле ширины 0 (для перехода на следующий байт)

Перечисления

◆ Перечисления – целочисленные типы данных, определяемые программистом.

◆ Определение перечисления:

```
enum имя_типа { имена значений };
```

```
enum colors {red, orange, yellow, green,  
azure, blue, violet};
```

◆ Значения перечисления нумеруются с 0, но можно присваивать свои значения

```
enum {red, orange = 23, yellow = 23,  
green, cyan = 75, blue = 75, violet};
```

◆ Доступны операции над целочисленными типами и объявление указателей на переменные перечислимых типов

◆ Проверка корректности присваиваемых значений не производится

Программа: вычисление площадей фигур

- ◆ Фигура определяется общей структурой, в которой объединены различные конкретные структуры для определенных фигур и поле тега фигуры
- ◆ Используется перечисление для задания возможных типов фигур
- ◆ Используется адресная арифметика для обхода массива считанных фигур
- ◆ Для обработки фигуры используется оператор выбора по тегу фигуры

Программа: типы данных

```
enum figure_tag {
    CIRCLE,
    RECTANGLE,
    TRIANGLE,
    LAST_FIGURE
};

struct point {
    double x, y;
};

struct fcircle {
    struct point center;
    double radius;
};

struct frectangle {
    struct point ll, ur;
};
```

Программа: типы данных

```
struct ftriangle {
    struct point a, b, c;
};

struct figure {
    enum figure_tag tag;
    union {
        struct fcircle fc;
        struct frectangle fr;
        struct ftriangle ft;
    } u;
};

struct fareal {
    double min, max;
    int initialized : 1;
};
```

Программа: основная функция

```
int main (void) {
    enum { MAXFIG = 128 };
    struct figure figs[MAXFIG + 1];
    struct farea areas[LAST_FIGURE];
    int i = 0;

    while (i < MAXFIG)
        if (!read_figure (&figs[i]))
            break;
        else
            i++;

    if (i == 0)
        return 1;

    <... Обработка данных и вывод ...>
}
```

Программа: основная функция

```
int main (void) {
    enum { MAXFIG = 128 };
    struct figure figs[MAXFIG + 1];
    struct farea areas[LAST_FIGURE];
    int i = 0;

    <... Считывание данных ...>

    figs[i].tag = LAST_FIGURE;
    for (i = CIRCLE; i < LAST_FIGURE; i++) {
        areas[i].initialized = 0;
        calculate_minmax_areas (i, figs, &areas[i]);
        output_minmax_areas (i, &areas[i]);
    }
    return 0;
}
```

Программа: подсчет площади

```
static void calculate_minmax_areas (enum figure_tag tag,
    struct figure *f, struct farea *fa) {
    for (; f->tag != LAST_FIGURE; f++)
        if (f->tag == tag) {
            double a = calculate_area (f);
            if (!fa->initialized) {
                fa->min = fa->max = a;
                fa->initialized = 1;
            } else {
                if (a < fa->min)
                    fa->min = a;
                if (a > fa->max)
                    fa->max = a;
            }
        }
    }
}
```

Программа: подсчет площади

```
static double calculate_area (struct figure *f) {
    double a = 0.0;

    switch (f->tag) {
        case CIRCLE: a = f->u.fc.radius * f->u.fc.radius *
            M_PI; break;
        case RECTANGLE: a = fabs ((f->u.fr.ll.x -
            f->u.fr.ur.x) * (f->u.fr.ll.y - f->u.fr.ur.y));
            break;
        case TRIANGLE: <...>
        default: assert (0);
    }
    return a;
}
```

Программа: подсчет площади

```
static double calculate_area (struct figure *f) {
    double a = 0.0;
    switch (f->tag) {
        <...>
        case TRIANGLE: {
            double x1, y1, x2, y2;
            x1 = f->u.ft.b.x - f->u.ft.a.x;
            y1 = f->u.ft.b.y - f->u.ft.a.y;
            x2 = f->u.ft.c.x - f->u.ft.a.x;
            y2 = f->u.ft.c.y - f->u.ft.a.y;
            a = fabs (x1 * y2 - x2 * y1) / 2;
            break;
        }
        <...>
    }
    return a;
}
```

Программа: ВВОД

```
static int read_figure (struct figure *f) {
    char name;

    if (scanf ("%c", &name) != 1)
        return 0;

    switch (toupper (name)) {
        case 'C': f->tag = CIRCLE; break;
        case 'R': f->tag = RECTANGLE; break;
        case 'T': f->tag = TRIANGLE; break;
        default: return 0;
    }
    <...>
    return 1;
}
```

Программа: ВВОД

```
static int read_figure (struct figure *f) {  
    <...>  
    switch (f->tag) {  
        case CIRCLE: if (scanf ("%lf%lf%lf", &f->u.fc.center.x,  
            &f->u.fc.center.y, &f->u.fc.radius) != 3)  
                return 0;  
                break;  
        case RECTANGLE: if (scanf ("%lf%lf%lf%lf",  
            &f->u.fr.ll.x, &f->u.fr.ll.y, &f->u.fr.ur.x,  
            &f->u.fr.ur.y) != 4)  
                return 0;  
                break;  
        case TRIANGLE: if (scanf ("%lf%lf%lf%lf%lf%lf",  
            &f->u.ft.a.x, &f->u.ft.a.y, &f->u.ft.b.x,  
            &f->u.ft.b.y, &f->u.ft.c.x, &f->u.ft.c.y) != 6)  
                return 0;  
                break;  
    }  
}
```

Программа: вывод и заголовочные файлы

```
#include <stdio.h>
#include <ctype.h>
#include <math.h>
#include <assert.h>

static void output_minmax_areas (enum figure_tag ft,
    struct farea *fa) {
    static char *fnames[LAST_FIGURE] = {"CIRCLE",
        "RECTANGLE", "TRIANGLE"};
    if (!fa->initialized)
        printf ("No figures of type %s were met\n",
            fnames[ft]);
    else {
        printf ("Minimal area of %s(s): %.5f\n", fnames[ft],
            fa->min);
        printf ("Maximal area of %s(s): %.5f\n", fnames[ft],
            fa->max);
    }
}
```