

Основы алгоритмизации и программирования

Лекция 10

Работа с динамической
памятью

Адресная функция

Векторная память поддерживается почти всеми языками высокого уровня и предназначена для хранения массивов различной размерности и различных размеров. Каждому массиву выделяется непрерывный участок памяти указанного размера.

Элементы, например, двумерного массива X размерностью $n_1 \times n_2$ размещаются в оперативной памяти в следующей последовательности:
 $X(0,0), X(0,1), X(0,2), \dots, X(0, n_2-1), \dots, X(1,0), X(1,1), X(1,2), \dots, X(1, n_2-1), \dots, X(n_1-1,0), X(n_1-1,1), X(n_1-1,2), \dots, X(n_1-1, n_2-1)$.

Адресация элементов массива определяется некоторой адресной функцией, связывающей адрес и индексы элемента.

Пример адресной функции для массива X :

$$K(i, j) = n_2 * i + j;$$

где $i = 0, 1, 2, \dots, (n_1-1)$; $j = 0, 1, 2, \dots, (n_2-1)$;

j – изменяется в первую очередь

Адресная функция двумерного массива $A(n, m)$ будет выглядеть так:

$$N_1 = K(i, j) = m * i + j,$$

$i=0, 1, \dots, n-1$; $j=0, 1, \dots, m-1$.

Адресная функция

Тогда справедливо следующее:

$$A(i, j) \leftrightarrow B(K(i, j)) = B(N1),$$

B – одномерный массив с размером $N1 = n*m$.

Например, для двумерного массива $A(2,3)$ имеем:

(0,0)	(0,1)	(0,2)	(1,0)	(1,1)	(1,2)	– индексы массива A;
0	1	2	3	4	5	– индексы массива

Проведем расчеты:

$$i = 0, j = 0 \quad N1 = 3*0+0 = 0 \quad B(0)$$

$$i = 0, j = 1 \quad N1 = 3*0+1 = 1 \quad B(1)$$

$$i = 0, j = 2 \quad N1 = 3*0+2 = 2 \quad B(2)$$

$$i = 1, j = 0 \quad N1 = 3*1+0 = 3 \quad B(3)$$

$$i = 1, j = 1 \quad N1 = 3*1+1 = 4 \quad B(4)$$

$$i = 1, j = 2 \quad N1 = 3*1+2 = 5 \quad B(5)$$

Адресная функция

Аналогично получаем адресную функцию для трехмерного массива $X(n_1, n_2, n_3)$:

$$K(i, j, k) = n_3 * n_2 * i + n_2 * j + k ,$$

где $i = 0, 1, 2, \dots, (n_1 - 1)$; $j = 0, 1, 2, \dots, (n_2 - 1)$; $k = 0, 1, 2, \dots, (n_3 - 1)$;
значение k – изменяется в первую очередь.

Для размещения такого массива потребуется участок оперативной памяти размером $(n_1 * n_2 * n_3) * \text{sizeof}(\text{type})$. Рассматривая такую область как одномерный массив $Y(0, 1, \dots, n_1 * n_2 * n_3)$, можно установить соответствие между элементом трехмерного массива X и элементом одномерного массива Y :

$$X(i, j, k) \leftrightarrow Y(K(i, j, k)) .$$

Необходимость введения адресных функций возникает лишь в случаях, когда требуется изменить способ отображения с учетом особенностей конкретной задачи.

Работа с динамической памятью

Указатели чаще всего используют при работе с динамической памятью, которую иногда называют «**куча**» (перевод английского слова *heap*). Это **свободная память**, в которой можно во время выполнения программы выделять место в соответствии с потребностями. **Доступ к выделенным участкам динамической памяти производится только через указатели.** Время жизни динамических объектов – от точки создания до конца программы или до явного освобождения памяти.

Некоторые задачи исключают использование структур данных фиксированного размера и требуют введения структур динамических, способных **увеличивать или уменьшать свой размер** уже в процессе работы программы. Основу таких структур составляют **динамические переменные.**

Динамическая переменная хранится в некоторой области оперативной памяти, не обозначенной именем, и обращение к ней производится через **переменную-указатель.**

Библиотечные функции

Функции для манипулирования динамической памятью в стандарте Си

void *calloc(unsigned n, unsigned size); – выделение памяти для размещения *n* объектов размером *size* байт и заполнение полученной области нулями; возвращает указатель на выделенную область памяти;

void *malloc (unsigned n) – выделение области памяти для размещения блока размером *n* байт; возвращает указатель на выделенную область памяти;

void *realloc (void *b, unsigned n) – изменение размера размещенного по адресу *b* блока на новое значение *n* и копирование (при необходимости) содержимого блока; возвращает указатель на перераспределенную область памяти; при возникновении ошибки, например, нехватке памяти, эти функции возвращают значение ***NULL***, что означает отсутствие адреса (нулевой адрес):

void free (void *b) – освобождение блока памяти, адресуемого указателем *b*

Для использования этих функций требуется подключить к программе в зависимости от среды программирования заголовочный файл ***alloc.h*** или ***malloc.h***.

Динамический массив

В языке Си размерность массива при объявлении должна задаваться константным выражением.

Если до выполнения программы неизвестно, сколько понадобится элементов массива, нужно использовать **динамические массивы**, т.е. при необходимости работы с массивами переменной размерности вместо массива достаточно объявить указатель требуемого типа и присвоить ему адрес свободной области памяти (**захватить память**).

Память под такие массивы выделяется с помощью функций *malloc* и *calloc* во время выполнения программы. Адрес начала массива хранится в переменной-указателе

```
int n = 10;  
double *b = (double *) malloc(n * sizeof (double));
```

Пример

Обнуления памяти при ее выделении не происходит. Инициализировать динамический массив при декларации нельзя.

Динамический массив

Обращение к элементу динамического массива осуществляется так же, как и к элементу обычного – например `a[3]`. Можно обратиться к элементу массива и через косвенную адресацию – `*(a + 3)`. В любом случае происходят те же действия, которые выполняются при обращении к элементу массива, декларированного обычным образом.

После работы захваченную под динамический массив память необходимо освободить, для нашего примера

`free(b);`

Таким образом, **время жизни динамического массива**, как и любой динамической переменной – с момента выделения памяти до момента ее освобождения. Область действия элементов массива зависит от места декларации указателя, через который производится работа с его элементами. Область действия и время жизни указателей подчиняются общим правилам для остальных объектов программы.

Динамический массив

Приме
р

```
#include <malloc.h>
void main()
{
    double *x;
    int n;
    printf("\nВведите размер массива – ");
    scanf("%d", &n);

    if ((x = (double*)calloc(n, sizeof(*x)))==NULL) { // Захват памяти
        puts("Ошибка ");
        return;
    }
    ...
    // Работа с элементами массива
    ...
    free(x); // Освобождение памяти
}
```

Динамический массив

ID двумерного массива – указатель на указатель. В данном случае сначала выделяется память на указатели, расположенные последовательно друг за другом, а затем каждому из них выделяется соответствующий участок памяти под элементы.

Пример

```
...
int **m, n1, n2, i, j;
puts(" Введите размеры массива (строк, столбцов): ");
scanf("%d%d", &n1, &n2);

// Захват памяти для указателей – A (n1=3)
m = (int**)calloc(n1, sizeof(int*));
for (i=0; i<n1; i++) // Захват памяти для элементов – B (n2=4)
    *(m+i) = (int*)calloc(n2, sizeof(int));

for ( i=0; i<n1; i++)
    for ( j=0; j<n2; j++)
        m[i][j] = i+j; // (*(m+i)+j) = i+j;
...
for(i=0; i<n; i++) free(m[i]); // Освобождение памяти
free(m);
...
```