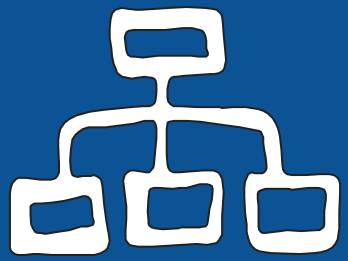
Алгоритмы и Алгоритмические Языки

Семинар #12:

1. Перечисления в языке C и коды ошибок.
2. Организация двумерного массива.
3. Работа с текстовыми файлами.

07.11.2025

Перечисления в языке C и коды ошибок



Массив с проверкой доступа

```
// Представление вектора в N-мерном пространстве
struct Vector
{
    // Элементы вектора
    double* data;
    // Размерность пространства (кол-во элементов)
    size_t size;
};
```

Возможный API (программный интерфейс) массива:

```
struct Vector vector_alloc(size_t size);
void          vector_free (struct Vector* vec);
double        vector_get  (const struct Vector* vec, size_t index);
void          vector_set  (struct Vector* vec, size_t index, double element);
```

Какие проблемы могут возникнуть в каждой из операций?

Перечисления и коды ошибок

```c
// Тип данных, задающий код возврата
typedef enum
{
    // Операция выполнена без ошибок
    RET_OK    = 0,
    // Операция не выполнена, т.к. для её выполнения не хватает памяти
    RET_NOMEM = 1,
    // Операция не выполнена, т.к. аргументы операции некорректны
    RET_INVAL = 2,
    // Операция не выполнена, т.к. операция с файлом вернула ошибку
    RET_FILEIO = 3
} RetCode;
```

```c
RetCode vector_alloc(struct Vector* vec, size_t size);
RetCode vector_free (struct Vector* vec);
RetCode vector_get  (const struct Vector* vec, size_t index, double* element);
RetCode vector_set  (struct Vector* vec, size_t index, double element);
```

Какие коды ошибок могут возникнуть в каждой из операций?

Применение перечислений

```
RetCode vector_alloc(struct Vector* vec, size_t size)
{
    if (vec == NULL)
    {
        return RET_INVAL;
    }

    double* data = (double*) calloc(size, sizeof(double));
    if (data == NULL)
    {
        return RET_NOMEM;
    }
```

```
// Аллоцируем неинициализированный вектор
RetCode ret = vector_alloc(&vec, SIZE);
verify_contract(ret == RET_OK,
    "Unable to allocate vector: %s\n",
    retcode_str(ret));
```

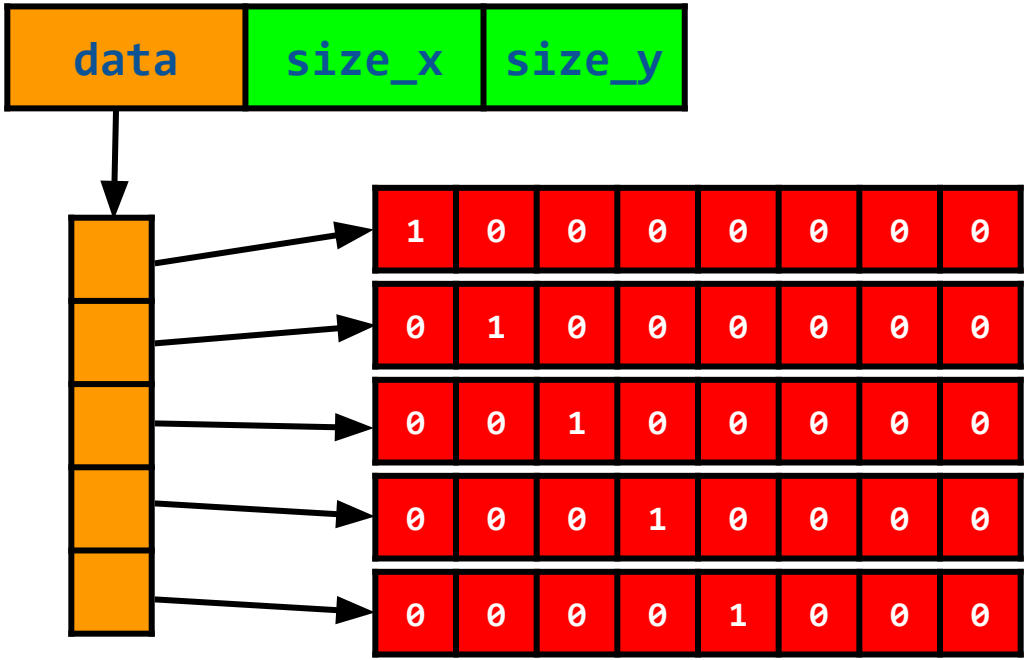
```
const char* retcode_str(RetCode code)
{
    switch (code)
    {
        case RET_OK:
        {
            return "everything is ok";
        }
        case RET_NOMEM:
        {
            return "not enough memory";
        }
        case RET_INVAL:
        {
            return "invalid argument";
        }
        case RET_FILEIO:
        {
            return "failed file operation";
        }
        default:
        {
            return "invalid return code";
        }
    }
}
```

Организация двумерного массива

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Структура данных “Матрица”

Размещение матрицы в памяти:



Как ещё можно разместить в памяти двумерный массив?

Аллокация двумерного массива

```
RetCode matrix_alloc(struct Matrix* mat, size_t size_x, size_t size_y)
{
    if (mat == NULL)
    {
        return RET_INVAL;
    }

    // Выделяем массив, содержащий строки матрицы
    double** data = (double**) calloc(size_y, sizeof(double*));
    if (data == NULL)
    {
        return RET_NOMEM;
    }

    // Выделяем строки матрицы
    for (size_t y = 0U; y < size_y; ++y)
    {
        data[y] = (double*) calloc(size_x, sizeof(double));
        if (data[y] == NULL)
        {
            return RET_NOMEM;
        }
    }
```

В чём отличие **`malloc`** от **`calloc`**? Какие значения будут в матрице?

Освобождение двумерного массива

```
RetCode matrix_free(struct Matrix* mat)
{
    if (mat == NULL || mat->data == NULL)
    {
        return RET_INVAL;
    }

    // Освобождаем строки матрицы
    for (size_t y = 0U; y < mat->size_y; ++y)
    {
        if (mat->data[y] == NULL)
        {
            return RET_INVAL;
        }

        free(mat->data[y]);
    }

    // Освобождаем массив строк
    free(mat->data);

    // Зануляем указатель, чтобы защититься от повторного вызова matrix_free.
    mat->data = NULL;

    return RET_OK;
}
```

Работа с текстовыми файлами

Файловая система: файлы и директории

```
❯ cd examples/12_matrix_fileio // Относительный путь
❯ tree .
.
├── Makefile
├── matrix.h
├── res
│   └── matrix.txt
├── test.c
├── tests
│   ├── 00.ans
│   └── 00.dat
├── utils.h
└── vector.h
```

Открытие файла

```
// Относительный путь до файла.
const char* filename = "res/matrix.txt";

// Открываем файл.
FILE* file = fopen(filename, "r");
if (file == NULL)
{   // При открытии файла произошла ошибка
    printf("Невозможно открыть файл '%s'", filename);
    abort();
}
```

В конце работы обязательно закрывать файл: **fclose**

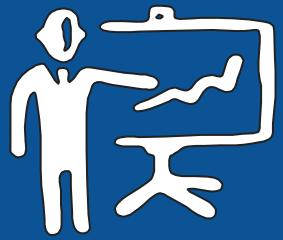
Работа с текстовым файлом

```c
// Количество строк и столбцов в матрице
size_t size_y = 0U, size_x = 0U;

// Считываем размеры матрицы из файла
int ret = fscanf(file, "%zu %zu\n", &size_y, &size_x);
if (ret != 2)
{   // При чтении файла произошла ошибка.
    printf("Невозможно открыть файл '%s'", filename);
    abort();
}
```

Запись в текстовый файл: **fprintf**

Вопросы?



Красивые иконки взяты с сайта handdrawngoods.com