Файлы и память

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

14.02.2026

Формальные вопросы

- Занятия по субботам на второй и третьей паре в 3389
  - В расписании аж четыре пары, по две для каждой подгруппы
- Курс на HwProj: https://hwproj.ru/courses/50071
- Будут три контрольные, на 4-й паре
- Будут «Летучки»
- Каждую неделю будут выбираться несколько счастливчиков, которые будут сдавать домашние работы вживую
  - Подозрительный на творчество БЯМ код увеличивает шансы быть избранным
- В конце курса будут доклады
- Конец курса в начале апреля!
  - Зачёт будет прямо посреди семестра!

Критерии оценивания

- Баллы:
  - За домашки (их будет мало, но объёмные)
  - За контрольные — выбирается две лучшие попытки из трёх
    - Плюс переписывания на зачёте, пересдаче, комиссии
- Итоговый балл за домашки: $MAX(0, (\frac{n}{N} - 0.6)) * 2.5 * 100$
  - Примерно 50 баллов максимум за обязательные домашние работы
- Летучки дают дополнительные баллы к домашке (максимум где-то три балла за каждую), которые не считаются в максимум
- Доклады также дают дополнительные баллы (примерно 5), но они достанутся только наиболее обречённым
- Есть дедлайны (минус балл к максимуму за каждую неделю просрочки, но не больше половины баллов)
- В качестве итогового берётся **минимум** из баллов за домашние работы и контрольные

Примерные баллы

Балл за домашку	Балл за контрольные	Оценка ECTS
48-50	18-20	A
46-47	16-17	B
44-45	14-15	C
43-44	12-13	D
40-42	10-11	E
0-39	0-9	на пересдачу

Что будет в курсе

- Алгоритмы и структуры данных
  - Деревья, деревья поиска, самобалансирующиеся деревья
  - Графы
  - Формальные языки, автоматы и лексический анализ
  - Немного больше про сортировки
- Системное программирование
  - Немного про то, что, судя по зачёту, не очень зашло на «Информатике»: файлы, память, функции ОС и как этим пользоваться в программах
  - Профиляторы, Perf

Сначала будет просто, потом тяжело, потом снова просто

Внезапная летучка

Доставайте листочки и ручки

Внезапная летучка

1. Напишите команду для того, чтобы получить исполняемый файл «executable» из программы в файле «program.c»
2. Что должно и чего не должно быть в файле с расширением .h? Зачем они нужны?
3. Напишите функцию, которая принимает массив чисел и его размер и возвращает новый массив, состоящий из квадратов чисел исходного массива

- Время: 10 минут
- Писать и сдавать ручкой на листочке
  - Не забудьте подписать
- Максимум 3 балла в плюс к домашкам

Файлы

- Последовательность байтов на диске
  - Бывают «сырые» и «текстовые»
    - Самому файлу всё равно, это лишь способы интерпретации его содержимого
  - Режимы доступа: r, w, a, r+, w+, a+
  - Курсор
  - EOF
- Функции для работы с файлами:
  - fopen, fclose, fprintf, fscanf, fseek, ftell, fgets
- Файлы надо не забывать закрывать

Пример, как писать в файл

```c
int main() {
    FILE* out = fopen("ololo.txt", "w");
    if (out == NULL) {
        return -1;
    }
    fwrite("Ololo\n", sizeof(char), 6, out);
    fprintf(out, "%s", "Ololo");
    fclose(out);
    return 0;
}
```

- stdin/stdout — это тоже файлы

Пример, как читать из файла

```c
#include <stdio.h>

int main() {
    FILE *file = fopen("test.txt", "r");
    if (file == NULL) {
        printf("file not found!");
        return 1;
    }
    char *data[100] = {0};
    int linesRead = 0;
    while (!feof(file)) {
        char *buffer = malloc(sizeof(char) * 100);
        const int readBytes = fscanf(file, "%s", buffer);
        if (readBytes < 0) {
            break;
        }
        data[linesRead] = buffer;
        ++linesRead;
    }
    fclose(file);
    ...
}
```

Тонкости

- Чтение строки целиком: fscanf(file, "%[^\n]", buffer);
- Или: fgets(buffer, **sizeof**(buffer), file);
- Working directory
  - Обычно ваша текущая директория в терминале
- Работать с файлом как с массивом элементов некоторого типа может быть удобно
  - Можно отобразить файл в память
    - См. mmap в Linux

Модули

- Способ группировки кода в логически обособленные группы
- В C это реализуется с помощью заголовочных файлов и файлов с реализацией
  - .h и .c
- В отдельный модуль выносятся объявления типов данных и функции, которые делают одно дело
  - Например, разные функции сортировки
  - Или всё для работы с матрицами
- В интерфейсную часть модуля выносится только то, что может использовать другой код
  - Меньше знаешь — крепче спишь
- Функции, используемые только для реализации, пишутся только в .c-файле
  - Например, функция разделения массива для быстрой сортировки или swap

Модули

Заголовочный файл:

```
#pragma once

// Комментарий к функции 1
int function1(int x, int y);

// Комментарий к функции 2
void function2();
```

.c-файл:

```
#include <имя заголовочного файла.h>

#include <все остальные библиотеки>

int function1(int x, int y)
{
    ...
}

void function2()
{
    ...
}
```

Тонкости

- Реализации функций в .h-файле писать нельзя
  - Иначе будет беда, если один .h-ник подключат в два .c-шника
  - Бывают интересные исключения — header-only library
- Комментарии обязательны
- #pragma once обязательна
- Подключать «свой» заголовочный файл в .c обязательно
- Файлы .h/.c всегда ходят парами, кроме файла с main

Немного о терминологии

- Формально в Си нет модулей
- Есть — единицы трансляции (translation unit)
  - Обычно это .c после препроцессора, именно из них компилятор делает объектные файлы
- Единица трансляции определяет область видимости
  - По умолчанию все функции доступны извне (extern)
  - Ключевое слово **static** у функции делает её невидимой для линковщика, его стоит использовать для внутренних функций
- Осторожно: **static** — многозначное ключевое слово

Системные вызовы

- Способ обратиться к ОС, обычно для некоторого взаимодействия
- Типичные системные вызовы:
  - Выделение памяти
  - Запуск приложений
  - Работа с файлами (открытие, чтение, запись, закрытие)
  - Узнать системную информацию (время, ядро, на котором исполняемся)
- Специфичны для ОС
  - Делает приложение непереносимым
  - Для Linux читать man 2 syscalls

Идея виртуальной памяти

Проблема:

- Памяти мало, процессов много
- Хотим удовлетворить всех с минимальными потерями для себя

Идея:

- Дадим каждому приложению собственное адресное пространство — виртуальную память
- Отобрать виртуальную память в физическую заставим ОС

Побочные эффекты

- Каждое приложение получает свой непрерывный «массив байтов», возможно даже большего размера, чем доступно физически
- Возможность перемещать данные из сильно ограниченной RAM, например, на SSD

Возможные определения

По Я.А. Кириленко

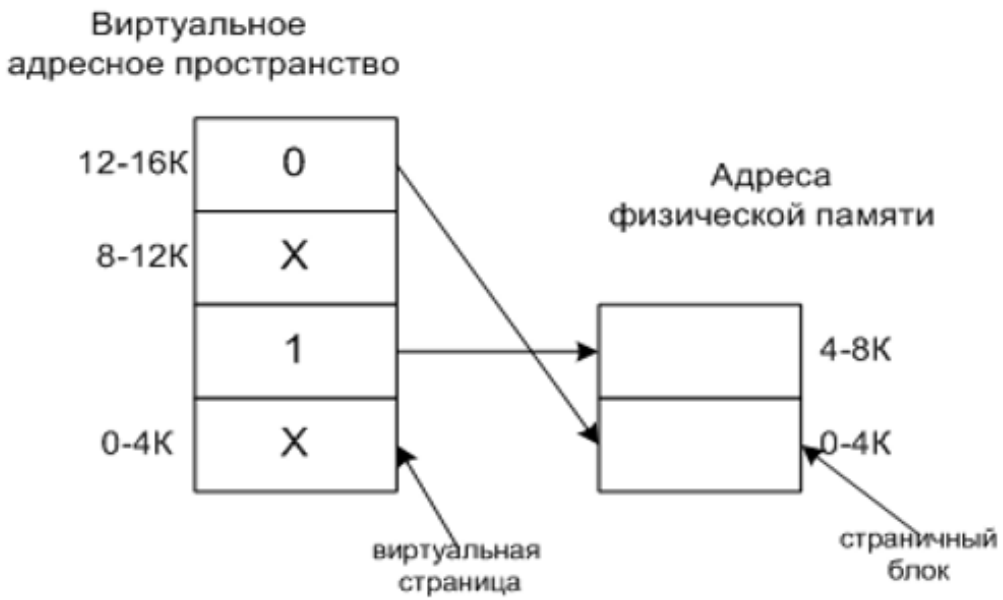
Виртуальная организация памяти — это процесс расширения логической памяти за пределы физической

Виртуальная память — это техника, позволяющая исполнять процессы, которые могут находиться в памяти не полностью

Страничная организация (при поддержке ЦПУ)

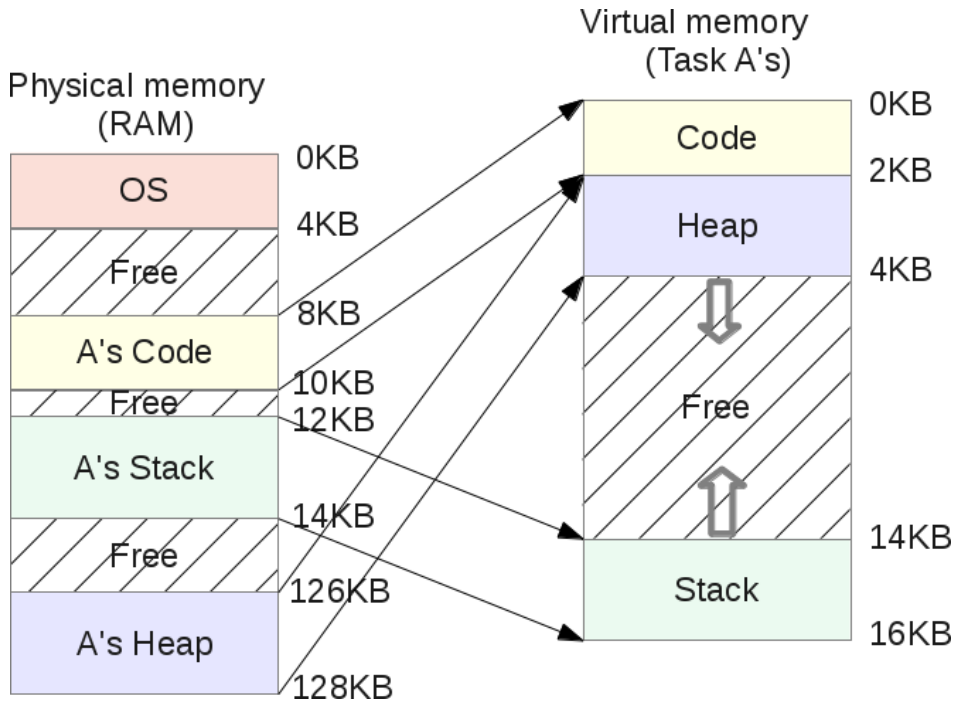
По Я.А. Кириленко

Страницы — это части, на которые разбивается пространство виртуальных адресов
Страницы всегда имеют фиксированный размер (часто 4 КиБ)



Ещё одна красивая картинка

Теперь с адресным пространством процесса. Полезно, что мы не теряем память между стеком и кучей.



Картинка из неплохой статьи:
https://web.archive.org/web/20161210164858/http://jpauli.github.io/2015/04/16/segmentation-fault.html
Или на русском: https://habr.com/ru/companies/nix/articles/277759/