

Домашнее задание 4. Файловые системы

Я

April 5, 2016

Contents

1	Основное задание	2
2	Initramfs	2
2.1	Формат CPIO	3
2.2	Создание образа initramfs	4
2.3	Передача образа initramfs	4
3	Вопросы и ответы	5

1 Основное задание

В этом домашнем задании вам нужно реализовать файловую систему в памяти (что довольно просто, но не забывайте про синхронизацию) и заполнить ее начальными данными (initramfs, о которой далее сказано подробнее).

1. Реализовать файловую систему в памяти, которая поддерживает следующий минимальный набор операций:

- open/close - создание/открытие и закрытие файла;
- read/write - чтение и запись файла по указанному смещению;
- mkdir - создание каталога;
- readdir - перечисление записей каталога;

Конкретный набор функций реализующих эти операции остается на ваше усмотрение. Хорошим вариантом будет мимикрировать Unix API для работы с файловой системой¹.

2. Распарсить образ initramfs в формате cpio в памяти и заполнить его содержимым файловую систему;

Для простоты считайте, что все имена файлов и каталогов даются в абсолютном формате, т. е. такого понятия как текущий каталог у нас нет.

2 Initramfs

Initramfs (Initial RAM FS) - начальная файловая система в памяти. Обычно она используется только при старте ОС, чтобы ОС могла найти на ней исполняемый файл первого приложения (init) и утилиты нужные для конфигурации системы.

В нашем случае начальная файловая система так же будет и единственной, т. е. другой файловой системы кроме этой у нас не будет.

Стоит отметить, что не все системы используют initramfs, некоторые системы могут сразу читать данные с диска. Но мы не будем так делать, потому что реализация файловой системы в памяти гораздо проще.

¹Этот вариант пережил проверку временем.

2.1 Формат СРІО

Итак откуда начальная файловая система берет свое содержимое? Обычно содержимое запаковано в некоторый архив¹ в специальном формате, который загружается в память системы вместе с ядром ОС. О том куда именно он загружается мы поговорим дальше, сейчас мы сосредоточимся на формате архива.

Вам в домашнем задании предлагается использовать бывший некогда популярным формат `crіo`². Формат `crіo` очень прост:

- каждая сущность (файл/каталог) в архиве начинается со специального заголовка фиксированного формата;
- каждый заголовок выровнен на границу 4 байт, т. е. если размер описания предыдущей сущности не был кратен 4 (заголовок + имя + данные файла), то вы должны сами выровнять текущую позицию от начала архива;
- сразу за заголовком идет имя файла/каталога переменной длины (размер имени есть в заголовке);
- далее, выровненными на границу 4 байт, идут данные файла, если заголовок описывал файл (размер данных опять же в заголовке); обратите внимание, что даже если длина имени не кратна 4 байтам, позиция данных файла все равно должна быть выровнена на границу 4 байт - ваша обязанность следить за этим при чтении;

Конец архива определяется либо когда вы не смогли прочитать сущность из архива целиком, либо когда наткнулись на сущность с именем "TRAILER!!!"³.

Чтобы сделать вашу жизнь еще "проще", все данные в заголовке записаны в текстовом представлении в 16-ти ричном формате⁴. Формат заголовка вы можете найти в файле `initramfs.h`.

Гарантируется, что каталоги встретятся в `crіo` архиве раньше, чем файлы в этих каталогах, если каталоги не пустые. Т. е. просматривая архив по порядку вы всегда сначала создадите каталог, а уже потом будете добавлять в него файлы.

¹ Не для сжатия, а для того чтобы был один файл.

² `crіo` - аналог `tar`, но имеет несколько более простое внутреннее представление.

³ Пшц...

⁴ Без всяких префиксов, наиболее значимые цифры по меньшим индексам массива - детали легко определяются экспериментально

Для того чтобы распарсить этот формат остается одна маленькая деталь - нужно уметь отличать каталоги от файлов - для этого в `initramfs.h` определены макросы:

- `S_ISDIR` - проверяет, что число записанное в поле `mode` заголовка соответствует каталогу;
- `S_ISREG` - проверяет, что число записанное в поле `mode` заголовка соответствует обычному файлу¹.

2.2 Создание образа `initramfs`

Для создания образа `initramfs` вам предоставлен `bash` скрипт `make_initramfs.sh`. Как первый аргумент он принимает имя каталога, который нужно запаковать в `initramfs`². Вторым параметром скрипт получает имя выходного файла, в который он запишет этот образ. Для создание образа используется утилита `cpio`.

2.3 Передача образа `initramfs`

Теперь нам нужно каким-то образом передать этот образ в `QEMU`, чтобы он был загружен вместе с ядром ОС. А кроме того внутри ядра ОС каким-то образом узнать куда этот образ будет загружен.

Первая часть решается легко. У `QEMU` есть опция `-initrd`, после которой нужно указать имя файла.

Со второй частью все несколько сложнее. Так как наше ядро пользуется спецификацией `multiboot` разумно искать в ней указания на то, где нужно искать образ `initramfs`. Но, к сожалению, в спецификации `multiboot` нет ничего подобного.

Но в `multiboot` есть такая вещь как загружаемые модули. Собственно `QEMU` передает образ `initramfs` под видом одного из этих модулей. За модули в заголовке `multiboot` отвечают поля `mods_count` и `mods_addr`. Но перед тем как обращаться к ним, нужно убедиться, что они содержат валидную информацию. Для этого нужно проверить установлен ли 3-ий бит³ в поле `flags` заголовка `multiboot`.

Если информация в этих полях валидна, то `mods_addr` содержит адрес массива дескрипторов описывающих модули. Конкретный формат дескриптора уточняйте в документации `multiboot`.

¹"Необычные" файлы нас не интересуют.

²Учтите, что это имя будет частью имени сущности в архиве.

³Считая с 0.

Как найти среди этих модулей тот, что нужен нам? Это довольно легко, если мы знаем где располагается модуль в памяти. Как известно initramfs образ будет начинаться с заголовка `cr10`. Первое поле в каждом заголовке `cr10` это магическое значение. Т. е. все что нам нужно, так это проверить, что размер модуля достаточно большой и что он начинается с некоторой магической последовательности байт, а именно "070701".

Остается один небольшой момент, как и с ядром ОС вы должны указать вашим алокаторам памяти, чтобы они не могли алоцировать образ initramfs до тех пор пока вы не прочитали его.

3 Вопросы и ответы