

Segundo Trabalho Prático

Este trabalho tem por objetivo o melhor entendimento sobre sistemas de arquivos de um sistema operacional.

1 O Trabalho

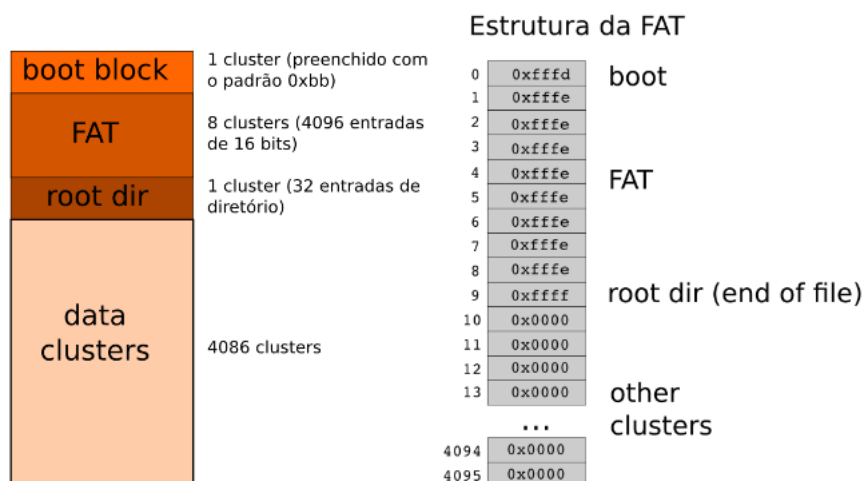
O terceiro trabalho prático da disciplina de Sistemas Operacionais consiste na implementação de um simulador de um sistema de arquivos simples baseado em tabela de alocação de 16 bits (FAT) e um shell usado para realizar operações sobre este sistema de arquivos. O sistema de arquivos virtual deverá ser armazenado em uma partição virtual e suas estruturas de dados mantidas em um único arquivo nomeado fat.part.

A partição virtual teria um tamanho total determinado por:

- 512 bytes por setor;
- cluster de 1024 bytes (2 setores por cluster);
- 4096 clusters;

Dessa forma, seu tamanho pode ser calculado por $512 \text{ bytes por setor} * 2 \text{ setores por cluster} * 4096 \text{ clusters} = 4\text{MB}$. Os dados devem ser alocados sempre em clusters, ou seja, um arquivo ocupará basicamente no mínimo um cluster (1024 bytes) no sistema de arquivos virtual.

O primeiro cluster é definido como boot block, e conterá informações referentes ao volume (partição). Por motivos de simplificação, o boot block terá o tamanho de 1 cluster (1024 bytes) e não 1 setor (512 bytes) como seria o usual, e deve ser preenchido com o valor 0xbb. A FAT terá um tamanho determinado por $4096 \text{ clusters de dados} * 2 \text{ bytes por entrada (16 bits)} = 8192 \text{ bytes (8 clusters)}$. Inicialmente a FAT será inicializada com valores definidos adiante. O diretório root estará localizado logo após a FAT e terá um tamanho de 1 cluster (assim como todos os outros diretórios). O diretório root possui um conjunto de entradas de diretório que podem apontar para outros diretórios ou arquivos. Inicialmente, as entradas de diretório devem estar livres, inicializando-se todas as estruturas com 0x00.



Após a FAT e o diretório root, encontra-se a seção de dados contendo o restante dos clusters. Outros diretórios (e sub-diretórios) são definidos como clusters que possuem diversas entradas de diretório (assim como o diretório root), possuindo uma estrutura apresentada adiante.

Detalhes sobre o sistema de arquivos

O sistema de arquivos possui uma série de limitações, que foram determinadas com o intuito de simplificar a implementação do trabalho. A primeira limitação refere-se ao tamanho da FAT, onde é possível armazenar apenas 4096 entradas para blocos, o que limita o tamanho da partição virtual em 4MB. Lembre que a FAT é um "mapa" que representa a estrutura dos blocos da partição. Se mais entradas fossem necessárias (para um disco maior), seriam necessários blocos adicionais para a FAT. A segunda limitação refere-se ao número de entradas de diretório em cada nível da árvore. Cada entrada ocupa 32 bytes, o que limita o número de entradas de diretório em 32, tanto no diretório raiz quanto em sub-diretórios (os diretórios possuem tamanho de um bloco e não podem ser aumentados).

Não será permitido o uso de trapagens para a manipulação das estruturas de dados (como ler todo o sistema de arquivos para a memória para manipular as estruturas). Deve-se ler e escrever sempre utilizando a unidade cluster, independente de ser um diretório ou bloco de dados de arquivo. A FAT pode ser lida/gravada completamente no disco (para fim de simplificação). Sugere-se manter dois blocos de dados em memória - FAT (8 blocos) e um bloco para entradas de diretório ou dados. Não esqueça de após manipular a FAT ou dados de atualizar o sistema de arquivos virtual nas entradas de diretório. Lembre-se que o sistema precisa manter-se consistente, ao ponto de poder ser recuperado a qualquer instante.

Informações sobre o valor das entradas na FAT de 16 bits:

0x0000	-> cluster livre
0x0001 - 0xffff	-> arquivo (ponteiro p/ proximo cluster)
0xfffd	-> boot block
0xfffe	-> FAT
0xffff	-> fim do arquivo

Informações sobre a estrutura das entradas de diretório:

18 bytes	-> nome do arquivo
1 byte	-> atributo do arquivo
7 bytes	-> reservado
2 bytes	-> numero do primeiro cluster ocupado
4 bytes	-> tamanho do arquivo

Byte de atributo do arquivo - valor: 0 - arquivo, 1 - diretório

Tipos e estruturas pré-definidas (usadas como referência)

```
/* entrada de diretorio, 32 bytes cada */
typedef struct {
    uint8_t filename[18];
    uint8_t attributes;
    uint8_t reserved[7];
    uint16_t first_block;
    uint32_t size;
} dir_entry_t;

/* 8 clusters da tabela FAT, 4096 entradas de 16 bits = 8192 bytes*/
uint16_t fat[4096];

/* diretorios (incluindo ROOT), 32 entradas de diretorio
com 32 bytes cada = 1024 bytes ou bloco de dados de 1024 bytes*/
union {
    dir_entry_t dir[CLUSTER_SIZE / sizeof(dir_entry_t)];
    uint8_t data[CLUSTER_SIZE];
} data_cluster;
```

Detalhes do shell

- `init` - inicializar o sistema de arquivos com as estruturas de dados, semelhante a formatar o sistema de arquivos virtual
- `load` - carregar o sistema de arquivos do disco
- `ls [/caminho/diretorio]` - listar diretório
- `mkdir [/caminho/diretorio]` - criar diretório
- `create [/caminho/arquivo]` - criar arquivo
- `unlink [/caminho/arquivo]` - excluir arquivo ou diretório (o diretório precisa estar vazio)
- `write "string" [/caminho/arquivo]` - escrever dados em um arquivo (sobrescrever dados)
- `append "string" [/caminho/arquivo]` - anexar dados em um arquivo
- `read [/caminho/arquivo]` - ler o conteúdo de um arquivo

Observações sobre a entrega:

- (a) O programa deve estar bem indentado e comentado
- (b) O programa não deve fazer uso de comando `goto`
- (c) Caso apareçam números fixos no código, estes devem ser definidos como constantes.
- (d) Trabalhos copiados serão penalizados conforme informado em sala.
- (e) O trabalho pode ser feito em grupos de, **no máximo**, três pessoas.
- (f) A parte de implementação do trabalho deverá ser entregue em um único arquivo compactado, com o nome dos integrantes (por exemplo, Fulano_de_Tal_Beltrano_de_Qual.zip). Explique, em um arquivo "leiam.txt", as instruções para compilação (todos os trabalhos deverão ser desenvolvidos utilizando o Sistema Operacional Linux)
- (g) Nesse zip não deve haver arquivos executáveis.
- (h) Incluir pdf da parte escrita no zip.
- (i) A entrega dos arquivos deverá ser feita via portal didático e a fórmula para desconto por atraso na entrega é $\frac{2^{d-1}}{0,32}\%$, onde d é o atraso em dias. Note que após 6 dias, o trabalho não pode ser mais entregue. Ao final da descrição do trabalho, há outras informações disponíveis sobre a entrega.
- (j) **Data de entrega: 10/04/2021**
- (k) Valor: 20 pontos

O que deve ser entregue:

- Documentação do trabalho (impressa). Em entre outras coisas, a documentação deve conter:
 1. Introdução: descrição do problema a ser resolvido e visão geral sobre o funcionamento do programa.
 2. Implementação: descrição sobre a implementação do programa.
 3. Resultados e Discussões: dados obtidos das execuções dos algoritmos de ordenação sobre cada um dos conjuntos de dados (incluindo gráficos e tabelas); análise crítica dos dados obtidos em comparação com o esperado.
 4. Conclusão: comentários gerais sobre o trabalho e as principais dificuldades encontradas em sua implementação.
 5. Bibliografia: bibliografia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, incluindo sites da Internet, se for o caso.

- Além disso, neste trabalho deve ser enviado ao professor o arquivo fonte. A entrega deverá ser feita via moodle, seguindo as diretrizes informadas no início da descrição deste trabalho.

Comentários Gerais:

- Comece a fazer este trabalho logo, enquanto o problema está fresco na memória e o prazo para terminá-lo está tão longe quanto jamais poderá estar.
- Clareza, indentação e comentários no programa também vão valer pontos.