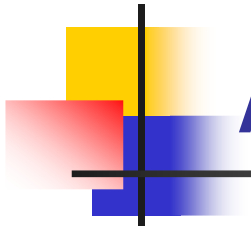
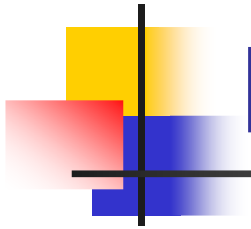
Fundamentos de Arquivos

SCE-183 – Algoritmos e Estruturas de Dados II



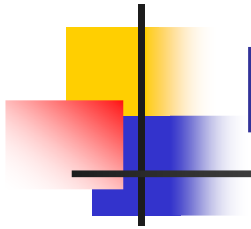
Arquivos

- Informação mantida em memória secundária
  - HD
  - Disquetes
  - Fitas magnéticas
  - CD
  - DVD
  - Futuro?



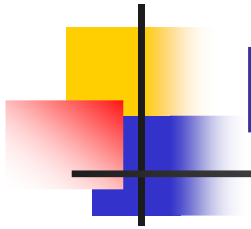
Discos X Memória Principal

- Tempo de acesso
  - HD: alguns milisegundos ~ 10ms (10^{-3})
  - RAM: alguns nanosegundos ~ 10ns...40ns (10^{-9})
  - Ordem de grandeza da diferença entre os tempos de acesso ~250.000, isto é, HDs são 250.000 vezes mais lentos que memória RAM



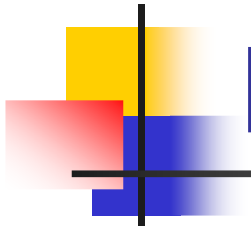
Discos X Memória Principal

- Exemplo:
  - O acesso à RAM equivale a buscar uma informação no índice de um livro que está em suas mãos
  - O acesso a disco seria equivalente a mandar buscar a mesma informação em uma biblioteca



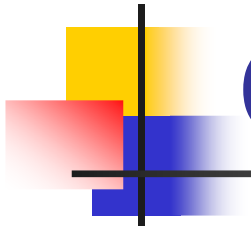
Discos X Memória Principal

- Capacidade de Armazenamento
  - HD – muito alta, a um custo relativamente baixo
  - RAM – limitada pelo custo e espaço
- Tipo de Armazenamento
  - HD – não volátil
  - RAM – volátil



Discos X Memória Principal

- Em resumo
  - acesso a disco é muito caro, isto é, lento!
- Então
  - o número de acessos ao disco deve ser minimizado
  - a quantidade de informações recuperadas em um acesso deve ser maximizada
- Estruturas de organização de informação em arquivos!

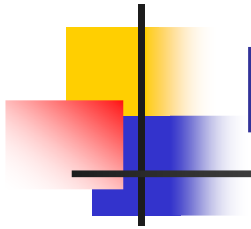


Organização de Arquivos

- Meta: minimizar as desvantagens do uso da memória externa
  - Minimizar o tempo de acesso ao dispositivo de armazenamento externo

- De forma independente da tecnologia

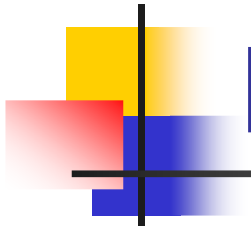
Tempo de Acesso = nro. de acessos * tempo de 1 acesso



Discos X Memória Principal

- Estruturas de dados eficientes em memória principal são inviáveis em disco

- Seria fácil obter uma estrutura de dados adequada para disco se os arquivos fossem estáveis (não sofressem alterações)
  - Solução: organização adequada de arquivos no disco, e de informações em arquivos



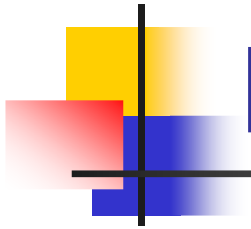
Discos X Memória Principal

- O ideal é que a informação necessária possa ser obtida com apenas 1 acesso a disco. Não gostaríamos de ter de encaminhar à biblioteca remota uma série de requisições que demoram muito cada uma
  - Se o ideal não pode ser atingido, deseja-se chegar o mais próximo possível.

- Por exemplo, o método de busca binária permite que um registro pesquisado entre 50.000 seja encontrado em no máximo 16 comparações (log2 50.000 ~ 16) .... mas acessar o disco 16 vezes para buscar uma informação é tempo demais. Precisamos de estruturas que permitam recuperar esse mesmo registro em dois ou três acessos!

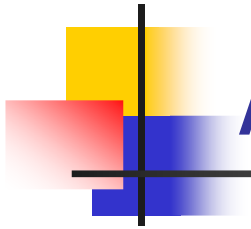
  - Queremos estruturas que agrupem informações de modo a permitir que toda (ou quase toda) a informação necessária seja obtida em uma única operação de acesso a disco

  - Por exemplo, se precisamos do nome, endereço, telefone, saldo, número da conta, etc. de um certo cliente, é preferível obter toda essa informação de uma só vez ao invés de ficar procurando em vários lugares...



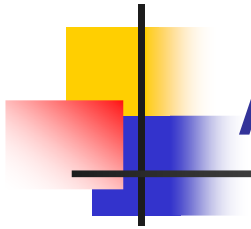
Discos X Memória Principal

- História
  - Dados em fitas com acesso seqüencial
  - Arquivos cresceram demais e o acesso seqüencial ficou proibitivo
  - Uso de índices que, com o crescimento dos arquivos, também ficam ineficientes
  - Uso de árvores para apontar para os arquivos, mas árvores crescem de maneira desigual
  - AVLs
    - Qual a dificuldade?
  - Árvores B e árvores B+
  - *Hashing* seria uma boa opção, mas arquivos não são estáveis
  - *Hashing* dinâmico



Arquivo Físico e Arquivo Lógico

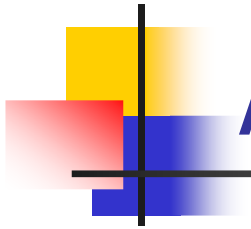
- **Arquivo Físico:** seqüência de bytes armazenada no disco
- **Arquivo Lógico**: arquivo como visto pelo aplicativo que o acessa
- **Associação arquivo físico – arquivo lógico**: iniciada pelo aplicativo, gerenciada pelo S.O.



Arquivo Físico e Arquivo Lógico

- Arquivo Físico: conjunto de bytes no disco, geralmente agrupados em setores de dados. Gerenciado pelo sistema operacional

- Arquivo Lógico: modo como a linguagem de programação enxerga os dados. Uma seqüência de bytes, eventualmente organizados em registros ou outra estrutura lógica.



Arquivo Físico e Arquivo Lógico

- Arquivo lógico é como usar um telefone para se conectar com qualquer pessoa
  - Não precisamos saber onde a pessoa está, mas podemos falar com ela

- O arquivo lógico pode se relacionar a um arquivo em disco ou a outros dispositivos de E/S

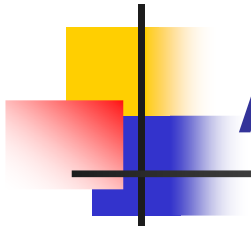
Exemplo: Associação entre Arquivo Físico e Arquivo Lógico

- Em Turbo Pascal:

```
file arq;
assign(arq, 'meuarq.dat');
```

- Em C: (associa e abre para leitura)

```
file *p;
 if ((p=fopen("meuarq.dat", "r"))==NULL)
     printf("erro...")
else ...
```



Abertura de Arquivos

- Arquivo novo (p/ escrita) ou arquivo já existente (p/ leitura ou escrita)...

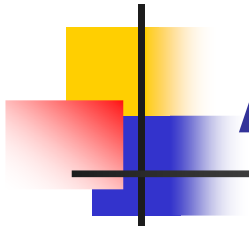
  - Em Turbo Pascal

    reset( ) //para arquivo existente

    rewrite( ) //para criar novo arquivo

    assign(arq, “meuarq.dat”);

    reset(arq) ou rewrite(arq);



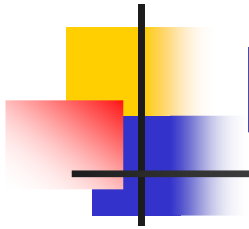
Abertura de Arquivos

- Em C
  - Comandos

    fopen – comando da linguagem

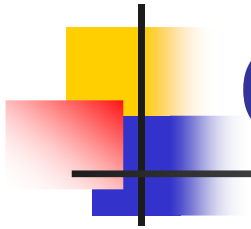
    open – comando do sistema (chamada ao sistema operacional UNIX)

  - Parâmetros especiais indicam o modo de abertura



Função fopen

- fd=fopen(<filename>,<flags>)
  - filename: nome do arquivo a ser aberto
  - flags: controla o modo de abertura
    - "r" Abre apenas para leitura; o arquivo precisa existir
    - "w" cria arquivo vazio para escrita (se já existe, é apagado)
    - "a" adiciona conteúdo ao arquivo (append)
    - "r+" Abre arquivo para leitura e escrita
    - "w+" Cria arquivo vazio para leitura e escrita
    - "a+" Abre arquivo para leitura e adição (append)
    - t modo texto – fim do arquivo é o primeiro <CTRL+Z> encontrado
    - b modo binário – fim do arquivo é o último byte, seja qual for.



Comando open

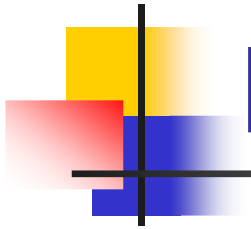
- fd=open(<filename>,<flags>,[pmode])
  - fd: descritor (identificador do arquivo lógico); open retorna NULL em caso de erro
  - flags: controla modo de abertura
    - O_APPEND: abre para escrita no final do arquivo
    - O_CREAT: cria o arquivo se ele não existe
    - O_RDONLY: abre apenas para leitura
    - O_WRONLY: abre apenas para escrita
    - O_RDWR: abre para leitura e escrita
    - O_TRUNC: trunca o tamanho do arquivo para zero
  - pmode: seqüência octal indica permissões de acesso (p/ *owner*, *group*, *world*)
    - Exemplo: pmode=0751 (rwxrw---x)

Comando open

- pmode

0 7 5 1 =

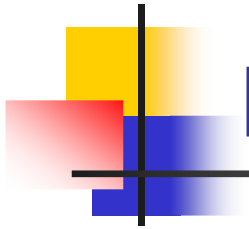
r	w	x	r	w	x	r	w	x
1	1	1	1	0	1	0	0	1
owner			group			world		



Fechamento de Arquivos

- Encerra a associação entre arquivos lógico e físico, garantindo que todas as informações sejam atualizadas e salvas (conteúdo dos *buffers* de E/S enviados para o arquivo).

- S.O. fecha o arquivo se o aplicativo não o fizer. Interessante para:
  - Prevenir contra interrupção
  - Liberar as estruturas associadas ao arquivo para outros arquivos



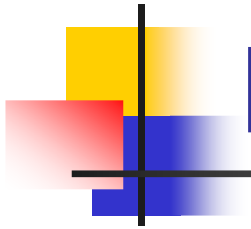
Exemplo: fechamento de arquivos

Pascal: close(arq)

C:

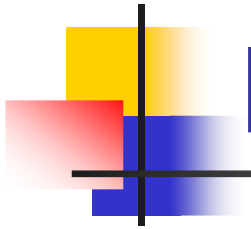
```
fd= open("meuarq.dat",O_RDONLY);
      .....
close(fd);

fd= fopen("meuarq.dat","r")
      ......
fclose(fd)
```



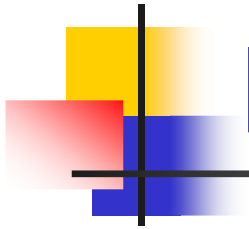
Leitura e Escrita

- C: Operações do S.O.
- Dados lidos/escritos como bloco de bytes
  - read(<source-file>,<dest-addr>,<size>)
  - write(<destination-file>,<source-addr>,<size>)
    - Retornam o número de bytes lidos/escritos
    - <source-file> e (<destination-file>: descritores do arquivo
    - <dest-addr> e <source-addr>: endereço da posição de memória inicial
    - <size>: número de bytes a serem lidos/escritos



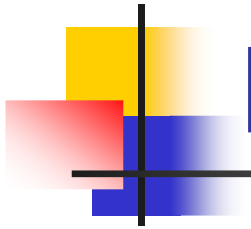
Leitura e Escrita

- C: Funções da linguagem
  - fgets(<cadeia>,<nro_caracteres>,<fd>)
  - fputs(<cadeia>,<fd>)
    - dados lidos/escritos como *strings*



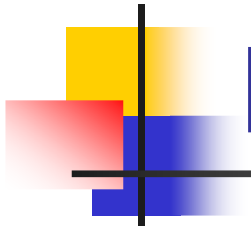
Leitura e Escrita

```
#include <stdio.h>
#include<stdlib.h>
#include <string.h>
int main() {
    char str[80];
    FILE *fp;
    if ((fp=fopen("teste.txt","w"))==NULL) {
        printf("Arquivo não encontrado");
        exit(1);
    }
    do {
        printf("Entre com uma string: ");
        gets(str);
        strcat(str,"\n");
        fputs(str,fp);
    while (strcmp(str,"fim"));
    fclose(fp);
    return(0);
}
```



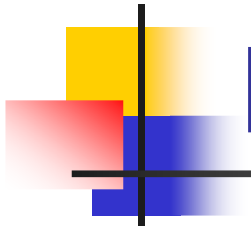
Leitura e Escrita

- C: Funções da linguagem
  - fscanf(fd,formato,argumentos)
  - fprintf(fd,formato,argumentos)
    - dados lidos/escritos de modo formatado



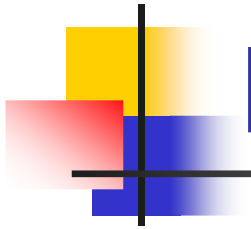
Leitura e Escrita

```
#include <stdio.h>
int main() {
    FILE *f, *g;
    char c, d;
    f=fopen("arq1.txt", "r");
    g=fopen("arq2.txt", "w");
    switch (fscanf(f, "%c %c", &c, &d)) {
        case 1: fprintf(g, "%c", c); break;
        case 2: fprintf(g, "%c %c", c, d); break;
        default: if ferror(f)
                    printf("problemas na leitura do arquivo");
                 break;
    }
    fclose(f);
    fclose(g);
    return(0);
}
```



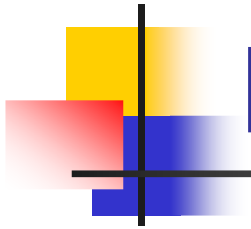
Leitura e Escrita

- C: Funções da linguagem
  - fread(<dest-address>,<nro_bytes>,<contador>,fd)
  - fwrite(<dest-address>,<nro_bytes>,<contador>,fd)
    - dados lidos/escritos como registros ou blocos de bytes
    - modo binário
      - Leitura e escrita de registros



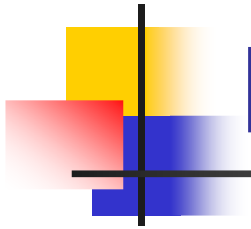
Leitura e Escrita

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main() {
    FILE *arq;
    float f=25.5, f1;
    int i=12, i1;
    if ((arq=fopen("teste.txt", "w+"))==NULL)
        exit(1);
    fwrite(&f, sizeof(float), 1, arq);
    fwrite(&i, sizeof(int), 1, arq);
    rewind(arq);
    fread(&f1, sizeof(float), 1, arq);
    fread(&i1, sizeof(int), 1, arq);
    fclose(arq);
    return(0);
}
```



Leitura e Escrita

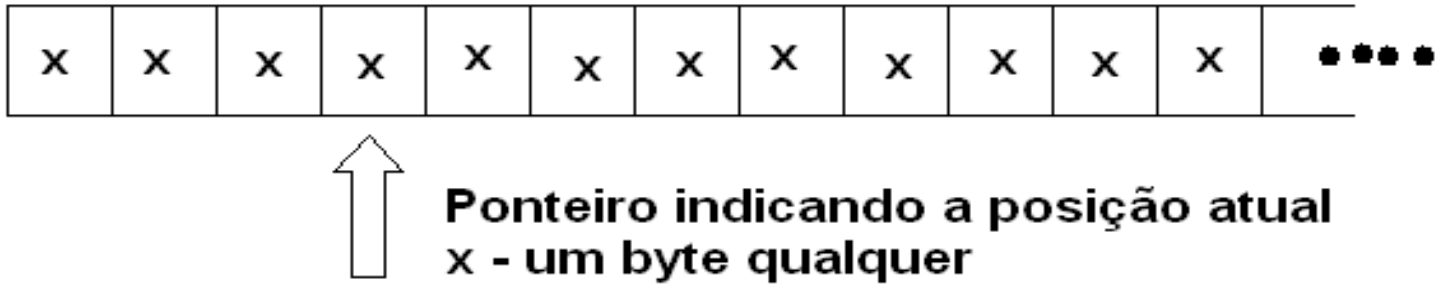
- C: Funções da linguagem
  - fgetc()
  - fputc()
    - dados lidos/escritos um caracter por vez

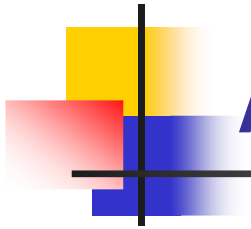


Fim de Arquivo

- Ponteiro de arquivo: controla o próximo byte a ser lido
- Pascal: eof(arq) (função lógica)
- C:
  - read() retorna o número de bytes lidos. Se igual a zero, indica final de arquivo.
  - feof()

O ponteiro no arquivo lógico

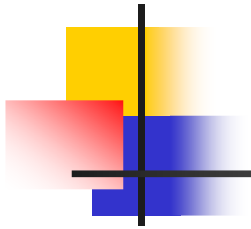




Acesso seqüencial X aleatório

- Leitura seqüencial: ponteiro de leitura avança byte a byte (ou por blocos), a partir de uma posição inicial

- Acesso aleatório (direto): acesso envolve o posicionamento do ponteiro em um byte ou registro arbitrário

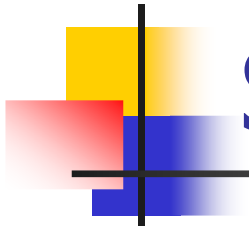


Seeking

- Seeking: ação de mover o ponteiro para uma certa posição no arquivo
  - No Pascal
    - seek(arq, n) – n é o número do registro
  - Unix
    - seek(<source-file>, <offset>)
      - offset – posição desejada, em bytes, a partir do início do arquivo
  - C
    - pos=fseek(fd, byte-offset, origin) (fseek)
      - Função retorna a posição final do ponteiro
      - **byte-offset** – deslocamento, em bytes, a partir de *origin*
      - Origin

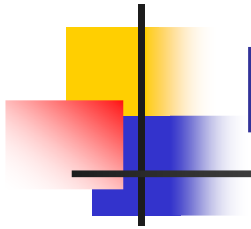
        0 – início do arquivo 1 – posição corrente 2 – final do arquivo

        - Retorna 0 quando bem sucedida



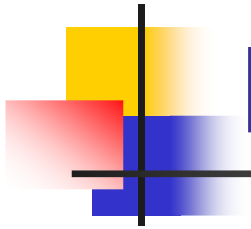
Seeking

```
#include <stdio.h>
struct dados {
                    char c;
                    int x;
                    float y;
                    } item;
#define TAM sizeof(struct dados);
int main() {
    FILE *pont;
    pont=fopen("arquivo.txt", "r");
    if (fseek(pont, 9*TAM, 0))
            printf("Erro na busca");
    else fread(&item, TAM, 1, pont);
    return(0);
}
```



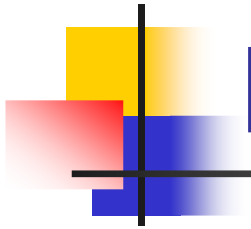
Bufferização

- Toda operação de I/O é 'bufferizada'
  - Buffer: I/O de dispositivos exceto discos (teclado, vídeo, etc.)
  - Memória Cache: I/O discos 256K, 640K
  - Os bytes passam por uma 'memória de transferência' de tamanho fixo e de acesso otimizado, de maneira a serem transferidos em blocos
    - Por quê?



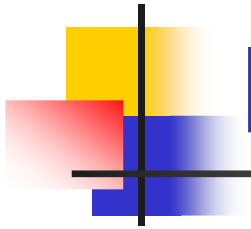
Bufferização

- Qual o tamanho dos blocos de leitura/escrita?
  - Depende do SO e da organização do disco
    - Sistema de arquivo: gerencia a manipulação de dados no disco, determinando como arquivos podem ser gravados, alterados, nomeados ou apagados
      - Ex. No Windows, é determinado pela FAT – *File Allocation Table* (FAT16, FAT32 ou NTFS)



Leitura e Escrita

- Exercício em duplas
  - Escreve um programa em C que
    - Declare uma estrutura com o nome e a nota de um aluno
    - Leia do usuário os nomes e as notas de uma turma de graduação com 50 alunos (assuma que cada aluno tem um número identificador de 1 a 50)
    - Escreva em um arquivo todos os dados lidos
    - Recupere o nome e a nota de um aluno de número especificado pelo usuário



Leitura adicional

- Sistema de arquivos em Unix/Linux
  - www.icmc.sc.usp.br/~sce183/Arqop3.htm