Interface de Sistemas de Ficheiros

João Paulo

Grupo de Sistemas Distribuídos
Departamento de Informática
Universidade do Minho

Ficheiro

- Unidade lógica de armazenamento
- Espaço de endereçamento lógico contíguo
- Mapeado pelo SO em dispositivos de armazenamento
- Armazenamento persistente
- Pode conter programas ou dados
- Dados podem ser númericos, texto, binários, . . .

Estrutura de ficheiros

- Ficheiros podem não ser estruturados: sequência de bytes
- Podem ser estruturados por records:
  - linhas
  - tamanho fixo
  - tamanho variável
- Podem ter estrutura complexa:
  - documento formatado
  - programa recolocável
- Quem decide estrutura:
  - sistema operativo
  - programas ← o mais versátil

Atributos de ficheiros

Exemplos de atributos:

- Nome: identificador em forma legível por pessoas
- Identificador: etiqueta que identifica o ficheiro no sistema de ficheiros
- Tipo: em sistemas que suportam tipos de ficheiros
- Localização: apontador para a localização no dispositivo
- Tamanho: tamanho corrente de ficheiro
- Protecção: controla quem pode ler, escrever, executar
- Tempo, data: de criação, modificação ou acesso

Informação sobre ficheiros é guardada na estrutura de directórios

Operações sobre ficheiros

- Um ficheiro é um tipo abstracto de dados
- Operações para:
  - criar
  - escrever
  - ler
  - apagar
  - truncar
- Operações usam apontador para posição corrente:
  - diz onde leituras e escritas se fazem
  - pode ser reposicionado
- Operações delimitadas entre
  - abrir: localiza o ficheiro e prepara o acesso
  - fechar: finaliza o acesso

Ficheiros abertos

- O sistema operativo mantém uma tabela de ficheiros abertos e uma tabela do sistema relativamente a ficheiros existentes
- A tabela de ficheiros mantém, para cada ficheiro aberto:
  - file offset: apontador para a posição final da última leitura/escrita
  - direitos de acesso: ao ficheiro pelo processo(s) (escrita, leitura, ...)
  - apontador para a tabela do sistema: relativa ao ficheiro aberto
  - Cada entrada está normalmente associada a um único processo. Excepções (p.ex., entre processo pai e filhos via fork())
- A tabela do sistema mantém:
  - tamanho: do ficheiro
  - datas: em que o ficheiro foi acedido
  - localização em disco: permite saber onde está o ficheiro em disco, sem aceder ao disco
  - contador de opens: mantém número de vezes que o ficheiro foi aberto e ainda não fechado; quando chega a zero o SO pode remover entrada (se pedido pelo utilizador - p.ex. com unlink)

Locking de ficheiros

- SOs oferecem interface para fazer locking de ficheiros
- Permite controlar o acesso por vários processos a ficheiros
- E.g. útil para log files
- Um processo obtém o lock; enquanto o detiver os outros ficheiros são impedidos de aceder ao ficheiro
- Pode ser especificada zona: e.g. com posição e tamanho
- Podem ser de dois tipos:
  - mandatory: o sistema impede o acesso a ficheiro com lock, mesmo que processo não seja programado para verificar locks
  - advisory: processo é impedido de aceder apenas se usar a interface de locking

Tipos de ficheiros

- Vários tipos de ficheiros: executável, objecto, código fonte, scripts, texto, biblioteca, impressão, arquivo, . . .
- Tipos podem ser reconhecidos pelo SO ou apenas aplicações
- Alguns SOs reconhecem tipo por extensão: e.g. .com, .exe, .bat em MS-DOS são executáveis
- Extensão pode ser apenas sugestiva para a aplicação
- Alguns SOs reconhecem relações entre ficheiros; e.g.:
  - TOPS-20 recompila source se modificada aquando tentativa de correr executável
  - Mac OS X associa a ficheiro o criador; em double-click invoca criador
- Pode ser associado a cada ficheiro um magic number: sequência de bytes no ínicio do ficheiro que determina o seu tipo

Métodos de acesso

- Acesso sequencial:
  - acesso começa no ínicio e vai até ao fim do ficheiro
  - operações de read ou write avançam o file pointer
  - pode ser feito rewind e eventualmente avançar ou recuar *n* posições
  - funciona bem em todos os dispositivos
  - o mais frequente
- Acesso aleatório:
  - ficheiro constituído por records
  - records podem ser acedidos por qualquer ordem
  - usado e.g. em bases de dados
  - não apropriado para dispositivos de acesso sequencial; e.g fita, HDD
- Acesso sequencial pode ser simulado eficientemente com acesso aleatório; o contrário não

Acesso por índice

- Outros métodos podem ser feitos à custa de acesso aleatório
- Ficheiro índice:
  - ordenado, com nome do primeiro record de um bloco
  - contém apontadores para blocos
  - blocos contém records
  - ficheiro índice é guardado em memória
  - pode ser feita pesquisa binária no ficheiro índice
  - podem ser feitas hierarquias de índices

Directórios

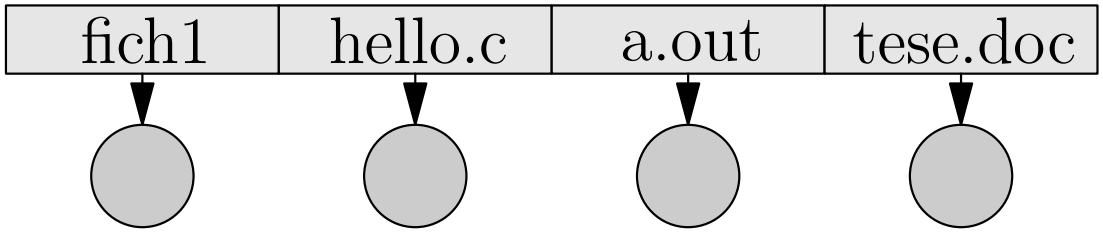
- Um disco pode conter vários sistemas de ficheiros em diferentes partições
- Cada sistema de ficheiros contém um directório
- Directório: informação sobre um conjunto de ficheiros
- Conjunto de entradas que associam nomes de ficheiros à informação sobre os ficheiros
- Operações sobre directórios:
  - inserir entrada
  - apagar entrada
  - procurar por nome
  - listar entradas
  - mudar nome de ficheiro

Estrutura de directórios

- Um sistema de ficheiros pode conter muitos ficheiros
- Único directório monolítico inconveniente
- Útil estruturar directório:
  - procura eficiente
  - agrupar ficheiros logicamente
  - estruturar espaço de nomes de ficheiros
- Diferentes estruturas de directórios:
  - um nível
  - dois níveis
  - em árvore
  - grafo acíclico
  - grafo genérico

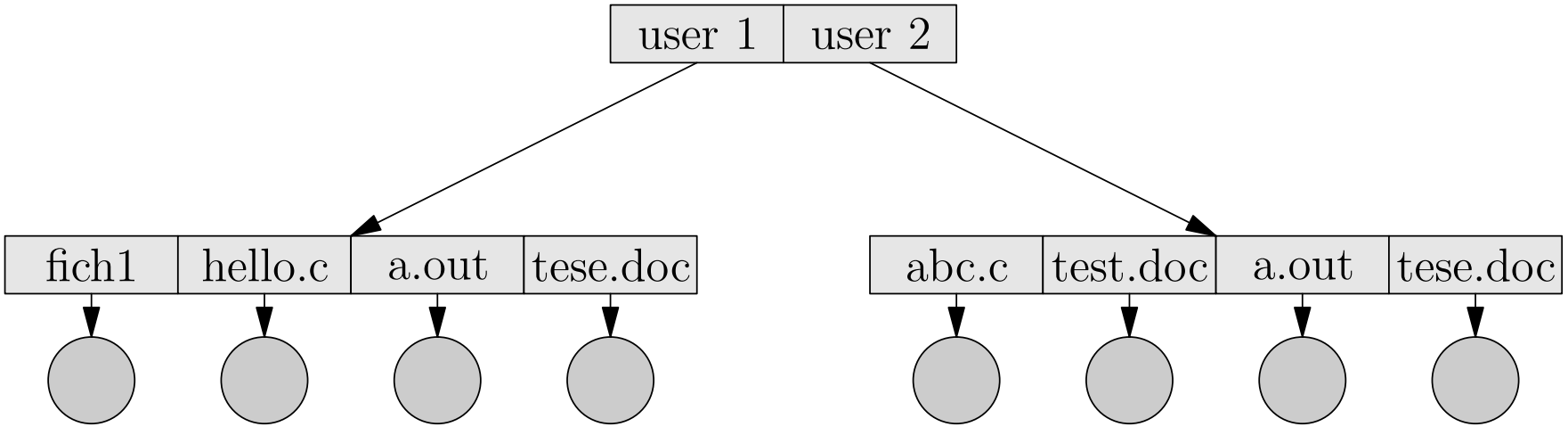
Directório de um nível

- Um único directório usado para o sistema de ficheiros
- Problema: espaço de nomes único
- Problema: não permite agrupamento



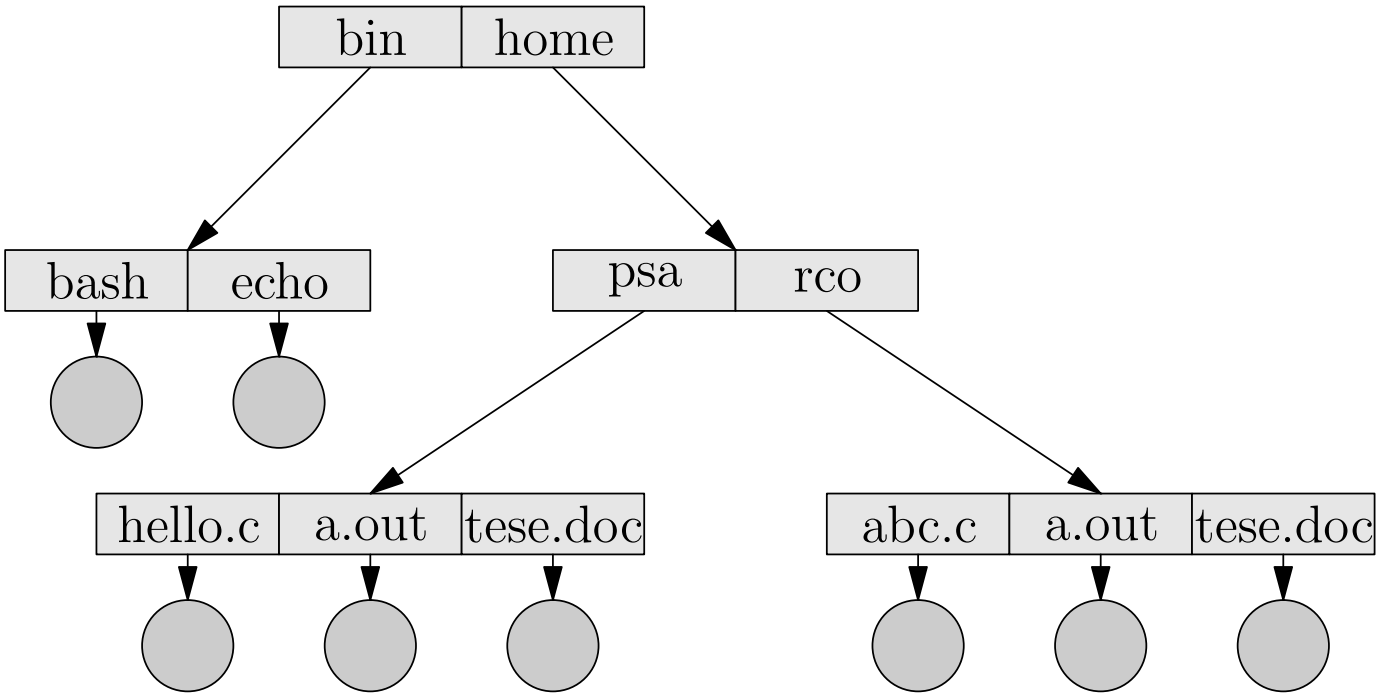
Directório de dois níveis

- Atribuír directório para cada utilizador
- Diferentes utilizadores pode usar mesmos nomes de ficheiros
- Procura mais eficiente
- Não permite agrupamento



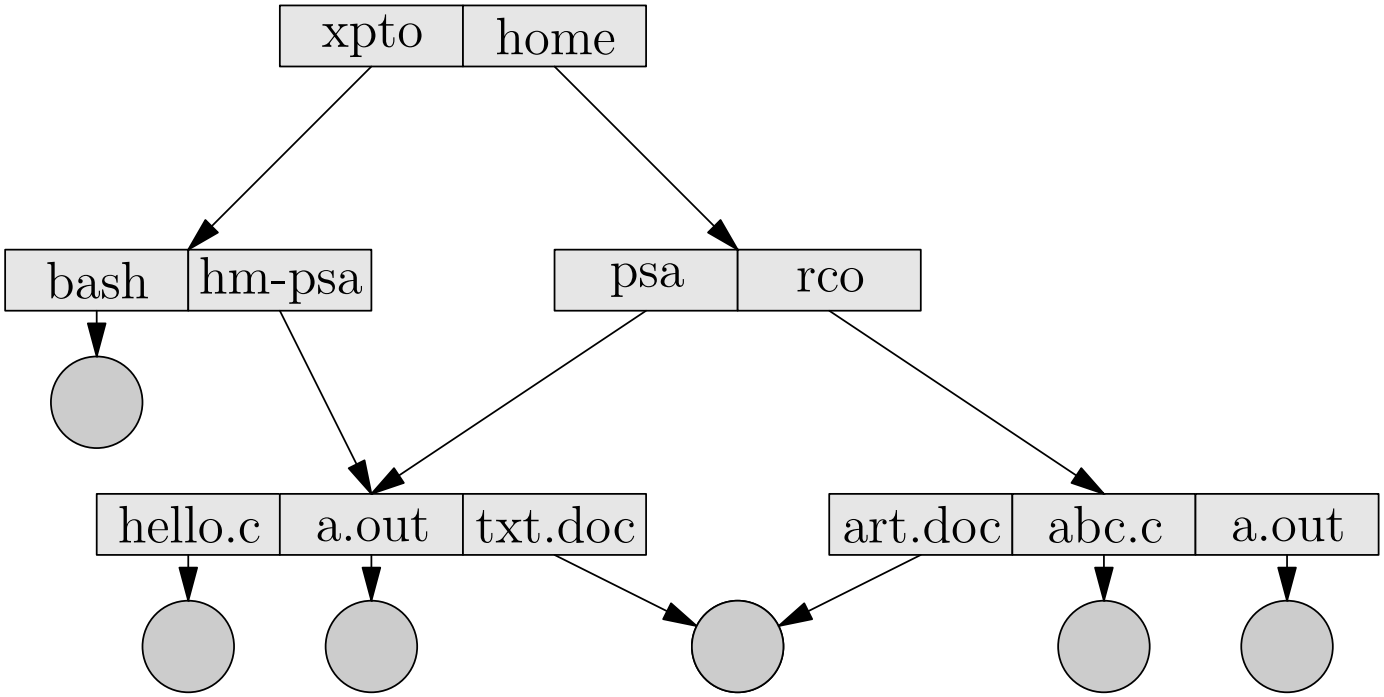
Árvore de directórios

- Procura eficiente
- Possibilidade de agrupar ficheiros
- Espaço de nomes estruturado
- Noção de directório corrente



Grafos acíclicos

- Permite partilha de ficheiros e sub-directórios
- Aliasing: vários nomes para a mesma entidade
- Obtido com o conceito de link
- Cópia de ficheiro versus vários nomes para o mesmo ficheiro



Montar sistemas de ficheiros

- Um sistema de ficheiro necessita de ser montado (mounted) para ser acedido
- É escolhido um mount point: um local da árvore de directórios onde a raíz fica
- Assumindo que as partições /dev/sdb1 e /dev/sdb2 têm sistemas de ficheiros inicializados (ver comando mkfs.<type>):
  - mount /dev/sdb1 /
  - mount /dev/sdb2 /home
- Operação de umount "desmonta"o sistema de ficheiros

Partilha de ficheiros

- Partilha é desejável em sistemas multi-utilizador
- Necessário implementar esquema de protecção
- Identificação de utilizadores é usada:
  - user IDs permitem protecção por utilizador
  - group IDs permitem protecção por grupo de utilizadores
- Em sistemas distribuídos, ficheiros são partilhados pela rede
- NFS (Network File System) é muito usado para partilhar ficheiros em sistemas distrinuídos

Semântica de coerência

- Quando processos partilham ficheiros, escritas podem ou não ser vistas logo por outro processo; nomeadamente em sistemas de ficheiros distribuídos
- Semântica do UNIX:
  - escritas são visíveis imediatamente por outros utilizadores/processos que tenham o ficheiro aberto e façam read
  - um modo de partilha permite partilhar o file pointer
- Semântica de sessão; e.g em AFS (Andrew File System):
  - sessão: série de acessos entre open e close
  - escritas não são imediatamente vistas por outros utilizadores/processos que tenham o ficheiro aberto
  - escritas numa sessão só são vistas em sessões que começem depois do fim daquela sessão

Protecção

- Criador de ficheiro deve controlar:
  - o que pode ser feito
  - por quem pode ser feito
- Tipos de acesso:
  - leitura
  - escrita
  - execução
  - adicionar
  - apagar
  - listar

Mecanismos de controlo de acesso

- Por ACL (access-control list):
  - lista de utilizadores especifica quem pode aceder
  - inconveniente: lista pode ser extensa e não conhecida à partida
  - entrada que descreve directório tem que ser de tamanho variável
- Versão condensada, usada em Unix:
  - é associado um utilizador e um grupo de utilizadores ao ficheiro
  - conjuntos de utilizadores são classificados como user, group, other
  - são definidos três tipos de acesso: read, write, execute
  - acesso é controlado em 3 vezes 3 = 9 bits