

Gestão de Memória

Parte I – Mecanismos

Espaço de Endereçamento

- Conjunto de posições de memória que um processo pode referenciar
- E se referenciar outras posições de memória?
 - HW de gestão de memória desencadeia exceção
 - Tratada pelo SO (tipicamente termina processo)

Hierarquia de Memória

- Memória principal (física ou primária):
 - acesso aleatório
 - tempo de acesso reduzido
 - custo elevado → reduzida dimensão
 - informação volátil
 - RAM + caches [+ registos]
- Memórias secundárias (ou de disco):
 - acesso aleatório (por blocos)
 - tempo de acesso elevado
 - custo reduzido → mais abundante
 - informação persistente

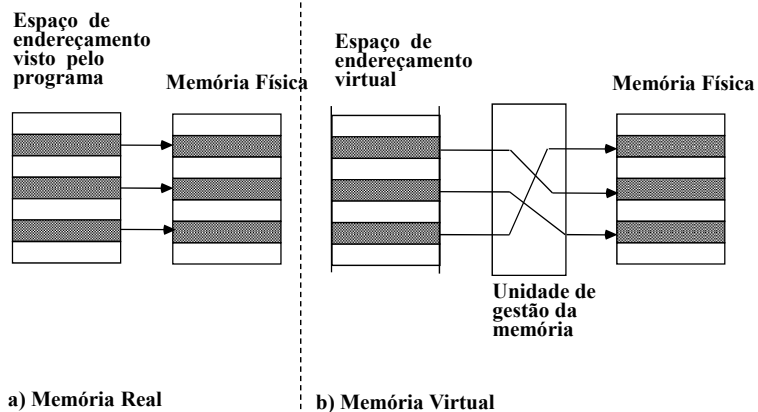
Gestão de Memória – Objectivo

- Gerir o espaço de endereçamento dos processos
 - assegurar que cada processo dispõe da memória que precisa
 - garantir que cada processo só acede à memória a que tem direito (protecção)
 - otimizar desempenho dos acessos

Endereços Reais vs. Virtuais

- **Endereçamento Real**
 - Endereço indicado no programa é aquele que é acedido na memória principal
- **Endereçamento Virtual**
 - Endereços indicado no programa são convertidos em tempo de execução
 - Conversão efectuada pela MMU (unidade de gestão de memória do processador)
 - Caso a palavra referenciada esteja em memória principal, a MMU obtém o seu endereço real e acede à memória
 - Caso contrário, a MMU avisa o SO para este carregar a palavra em causa

Endereços Reais vs. Virtuais



Breve Incursão pelo Endereçamento Real

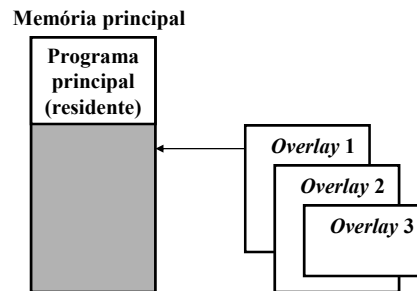
- **Motivos para a incursão:**
 - Terminologia
 - Históricos (e.g., MS-DOS)
 - Sistemas embebidos (e.g., smart-cards) usam endereçamento real

Endereços Reais vs. Virtuais

- **Endereçamento Real**
 - Usados pelos sistemas iniciais monoprogramados
 - Limitações?
 - Dimensão dos programas?
 - Multiprogramação?
 - Capacidade de ser executado em diferentes máquinas?

Mecanismo de Sobreposição (Overlay)

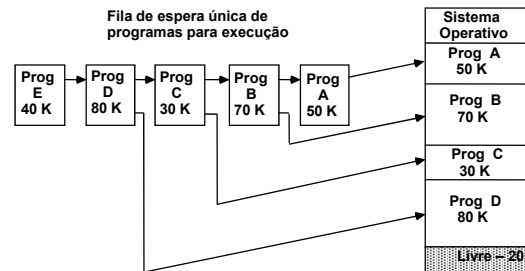
- Possibilidade de executar programas com dimensão superior à memória principal em sistemas com endereçamento real
- Os overlays continuam a ter de ser dimensionados para a memória física disponível.
- Programador indica explicitamente quando deve ser carregado um overlay



Sistemas Multiprogramados com Endereçamento Real – Partições Fixas

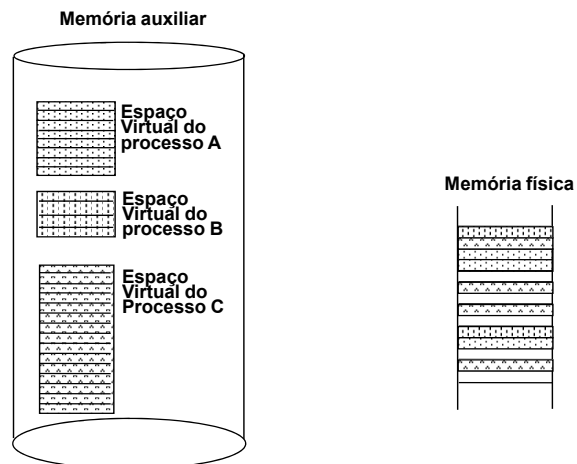
- Memória dividida em partições de dimensão fixa
- Em cada partição é carregado um programa
- Programas recolocáveis
 - Endereçamento baseado
 - Registo base + deslocamento
- Vários programas em execução implica mecanismos de protecção
 - Registo limite → validado em cada acesso
- Fragmentação interna: dimensão dos programas não coincide exactamente com a dimensão das partições

Sistemas Multiprogramados com Endereçamento Real – Partições Variáveis



- Fragmentação externa: muitas partições de dimensão muito reduzida
- Quando um programa termina, a sua partição pode ser associada a outra (se for contígua), criando uma única de maior dimensão
- Implica a recompactação da memória → processamento suspenso

Espaço de Endereçamento Virtual



Endereçamento Virtual

- Espaço de endereçamento dos processos não linearmente relacionado com a memória física
- Endereços virtuais são sempre convertidos (pela UGM) para endereços reais
- Para minimizar a informação necessária à conversão, a memória virtual é logicamente dividida em blocos contíguos:
 - Endereço virtual = (bloco, deslocamento)
- Dois tipos de blocos:
 - Segmentos - dimensão variável.
 - Páginas - dimensão constante.
- Alguns blocos podem não residir em memória principal

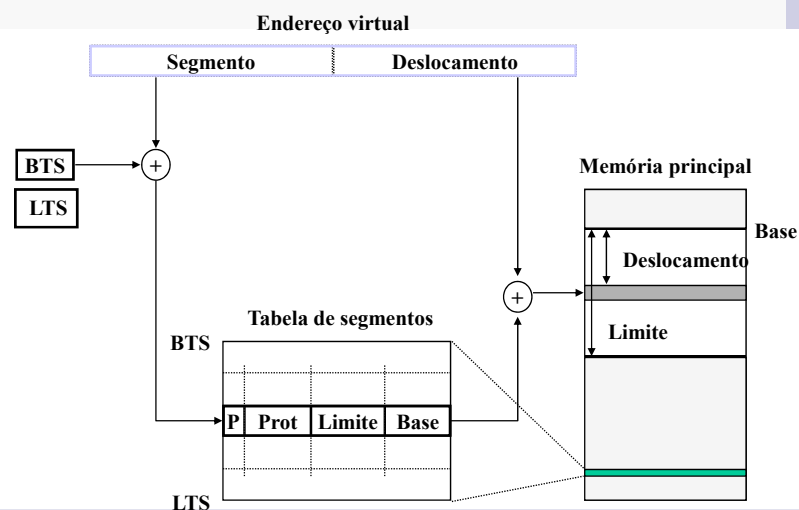
Princípio da Localidade de Referência

- Em que consiste?
- Porque motivo torna a gestão em blocos eficiente?

Segmentação

- Divisão dos programas em segmentos lógicos que reflectem a sua estrutura funcional:
 - rotinas, módulos, código, dados, pilha, etc.
 - a conversão de endereços virtuais é linear em cada segmento
 - o programador pode ter que se preocupar com a gestão de memória quando escreve um programa
- Gestão de memória suporta abstracções das linguagens de programação → Segmento é a unidade de:
 - carregamento em memória (eficiência)
 - protecção
- Dimensão dos segmentos é limitada pela arquitectura e não pode exceder a dimensão da memória principal

Tradução de Endereços Virtuais em Memória Segmentada



Memória Virtual Segmentada

- Fragmentação: externa ou interna?
- Protecção:
 - verificação de limites de endereçamento intra-segmentos
 - verificação e limitação dos tipos de acesso ao segmento: leitura, escrita e execução
 - processos diferentes têm tabelas de segmentos diferentes: espaços de endereçamento disjuntos e inacessíveis a terceiros
- Partilha de memória entre processos:
 - basta colocar nas tabelas de segmentos dos processos em questão o endereço real do segmento a partilhar
 - os endereços virtuais usados para aceder ao segmento partilhado podem ser diferentes nos vários processos
 - a protecção dum segmento partilhado é definida para cada processo através da respectiva tabela de segmentos

Paginação

- Espaço de endereçamento virtual de dimensão superior à da memória principal:
 - o programador não “vê” a gestão de memória
- Na memória principal mantêm-se algumas páginas
 - Restantes carregadas de memória secundária quando necessário (falta de página)
- As instruções do processador têm de ser recomeçáveis
- A dimensão das páginas (constante) é normalmente muito menor que a da memória principal e influencia:
 - A fragmentação (externa ou interna?)
 - O número de faltas de páginas
 - Tempo da sua resolução (transferência)
 - A dimensão das tabelas de páginas e listas de páginas mantidas pelo sistema operativo

Como?

Tradução de Endereços Virtuais em Memória Paginada

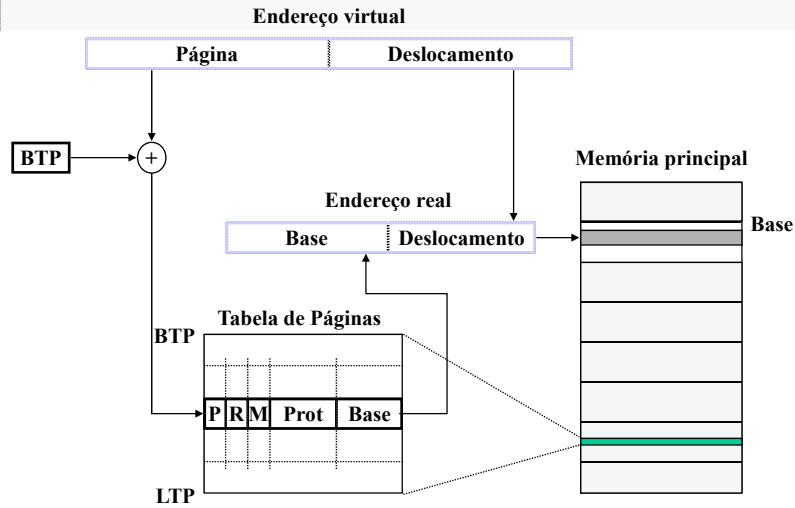
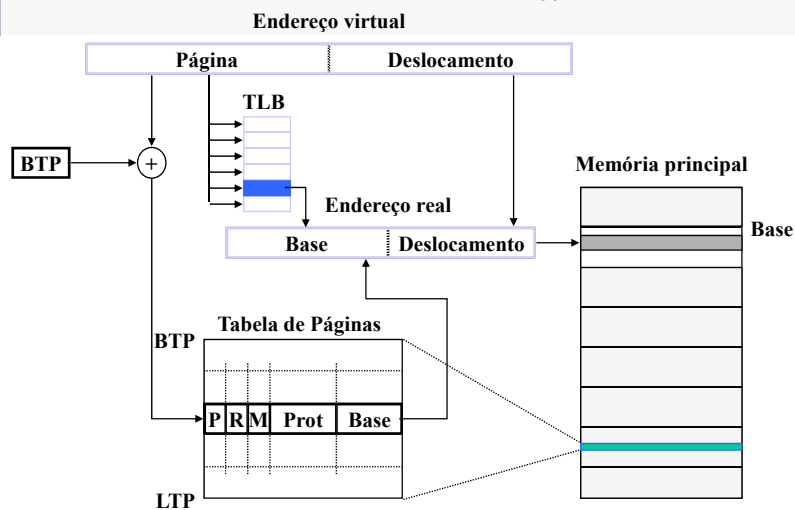
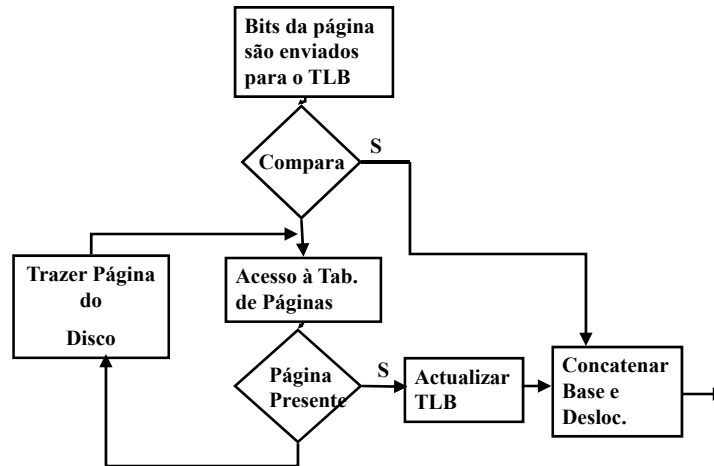


Tabela de Tradução de Endereços (Translation Lookaside Buffer, TLB)



Memória Virtual Paginada



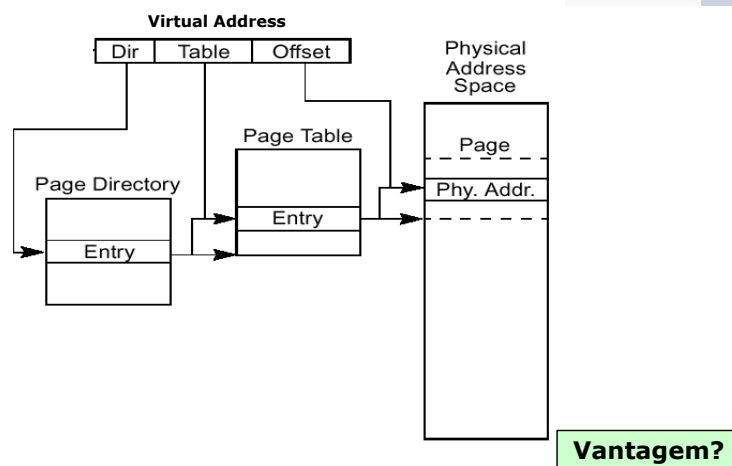
Memória Virtual Paginada (cont.)

- **Protecção:**
 - Verificação dos tipos de acesso: leitura, escrita e execução.
 - Processos diferentes têm tabelas de páginas diferentes: espaços de endereçamento disjuntos e inacessíveis a terceiros
- **Partilha de memória entre processos:**
 - Semelhante ao usado para memória segmentada
 - Partilha de blocos lógicos: partilha de múltiplas páginas
 - Não é possível partilhar menos que uma página (versus arquitectura segmentada → partilha de uma divisão lógica do programa)

Memória Virtual Paginada – Problema

- Qual a dimensão da tabela de páginas com endereços virtuais de 32 bits e páginas de 4 kBytes?
- (Ainda pior se fossem endereços de 64 bits...)

Solução 1: Tabelas de Páginas Multi-Nível



Solução 2: Tabela de Páginas Invertida

- A tabela mapeia páginas físicas em páginas virtuais
- Problema? Latência na tradução.
- Solução: usar TLB + hash table

Memória Segmentada/Paginada

