

Relatório do Trabalho 3 da Disciplina de Sistemas Operacionais 2025/2:

Implementação de memória virtual

Laura Ferreira
202411860

O objetivo do t3 foi seguir a implementação a partir do t2 no qual foi implementado o suporte a processos, mas tem 2 limitações importantes: os programas precisavam ter endereços de carga diferentes para não haver conflito, e não havia proteção de memória entre processos, não sendo possível detectar acessos ilegais. O t3 visa sanar esses problemas, implementando memória virtual implementada usando paginação.

Requisitos

- Uma MMU, para fazer a tradução entre endereços virtuais e físicos, usando uma tabela de páginas;
- Alterar a CPU para realizar o acesso à memória através da MMU, gerando interrupção para o SO caso o acesso não seja possível;
- Uma memória secundária, onde o conteúdo das páginas dos processos são mantidos quando elas não estiverem na memória principal.

Desenvolvimento

A implementação foi realizada fundindo a lógica de gerenciamento de processos do T2 com a nova infraestrutura de hardware virtual.

O que foi implementado:

- Infraestrutura de Memória: A estrutura do SO (so_t) foi expandida para controlar a MMU, a Memória Secundária (mem2, simulando um disco) e um vetor de Quadros Livres para gerenciar a RAM física. A estrutura de processo (processo_t) passou a conter sua própria Tabela de Páginas (tabpag_t) e o mapeamento do seu endereço no disco.
- Paginação sob Demanda (Carga): A função de carga de programas (so_carrega_programa). O SO copia o programa inteiro para a Memória Secundária. A tabela de páginas do processo é iniciada vazia (inválida). Isso significa que o processo inicia sem consumir memória RAM real.

- Tratamento de Falta de Página (Swap-In): Foi implementado o tratamento da interrupção ERR_PAG_AUSENTE. Quando a CPU tenta acessar um endereço não mapeado: O SO identifica a página virtual e aloca um quadro livre na RAM. Realiza a cópia do conteúdo da Memória Secundária para a Memória Principal (Swap-In). Atualiza a tabela de páginas e a MMU. Limpa o registrador de erro do processo para permitir a reexecução da instrução.
- so_despacha: reconfigura a MMU com a tabela de páginas do processo eleito a cada troca de contexto, garantindo o isolamento de memória.

O que não foi implementado:

- Algoritmos de Substituição (Swap-Out): O sistema implementa a paginação sob demanda pura. Se a memória RAM ficar completamente cheia, o sistema não possui lógica para escolher uma "página vítima" (LRU ou FIFO) e enviá-la para o disco.

Dificuldades

A transição para memória virtual apresentou desafios de depuração muito superiores aos do T2.

Entre eles loops de interrupção, endereçamento virtual, acesso do Kernel à memória do usuário entre diversos outros. Cada erro demandou diversas investigações, logs de controle etc.