

Sistemas Operacionais

Gestão de memória - Alocação de memória

Prof. Carlos Maziero

DInf UFPR, Curitiba PR

Agosto de 2020

Conteúdo

- 1 Alocação de memória
- 2 Fragmentação
 - Estratégias de alocação
 - Desfragmentação
 - Fragmentação interna
- 3 O alocador Buddy
- 4 O alocador Slab
- 5 Alocação no espaço de usuário

Alocação de memória

Alocar memória

Reservar áreas de memória para uso do SO e dos processos

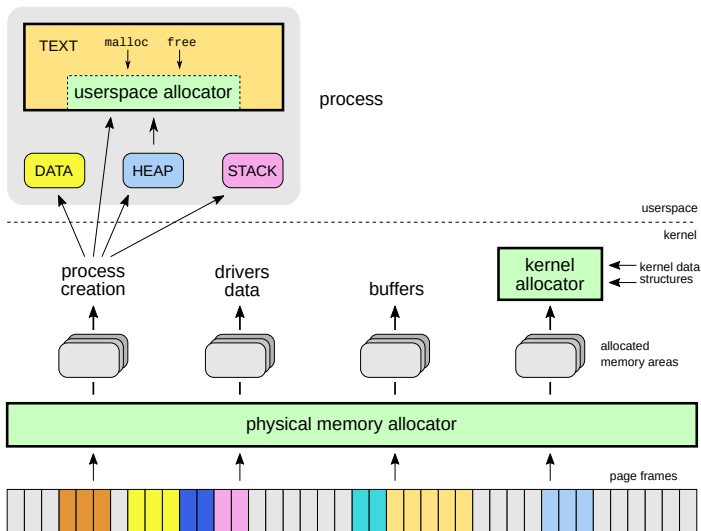
O **alocador** de memória:

- Atende solicitações do núcleo ou de processos
- Aloca e libera áreas de memória
- Gerencia que áreas estão livre ou ocupadas
- Deve ser rápido e eficiente (baixo desperdício de memória)

Níveis de alocação

- **Da memória física:**
 - Organiza a memória RAM (endereços físicos)
 - Separa as áreas alocáveis das áreas reservadas
 - Aloca áreas para carregar processos e para o núcleo
- **No espaço de núcleo:**
 - Obtém áreas do alocador físico
 - Aloca/libera estruturas de dados do núcleo
 - Sockets, semáforos, descritores de processos, ...
- **No espaço de usuário:**
 - Implementado em bibliotecas fora do núcleo
 - Gerencia a área *Heap* do processo
 - Atende requisições dos processos (`malloc`, `free`)

Alocação de memória



Alocação básica

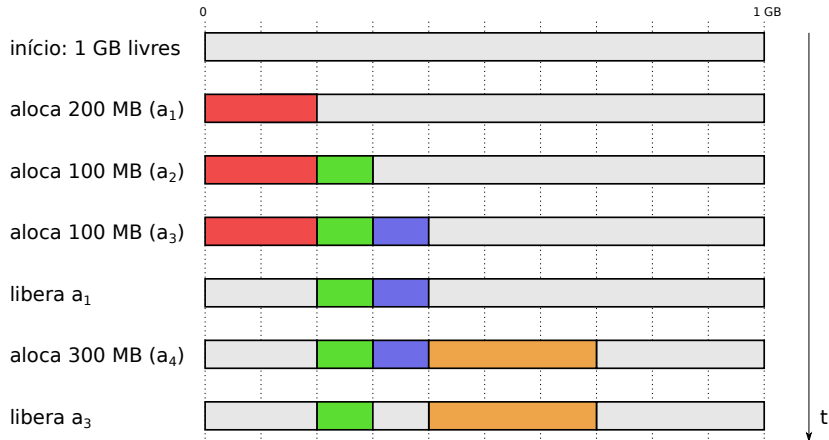
Problema:

- Gerenciar uma ou mais áreas de memória
- Atender pedidos de alocação e liberação de blocos
- Otimizar o uso da memória
- Evitar/minimizar a fragmentação

Estratégia:

- Manter o registro das áreas livres e ocupadas
- Listas, árvores, bitmaps

Alocação de memória



Fragmentação externa da memória

Fragmentação **externa**:

- “Buracos” entre áreas de memória alocadas
- Gerados pelas alocações e liberações de memória
- Reduz a capacidade de alocação
- Exige mais esforço de gerência

Resolução:

- Estratégias para minimizar a fragmentação
- Desfragmentação periódica

Estratégias de alocação

■ **Best-Fit:**

- Escolher a **menor área** livre onde o bloco couber
- Pode gerar fragmentos pequenos e inúteis

■ **Worst-Fit:**

- Escolher sempre a **maior área** livre
- Pode gerar escassez de áreas grandes

■ **First-Fit:**

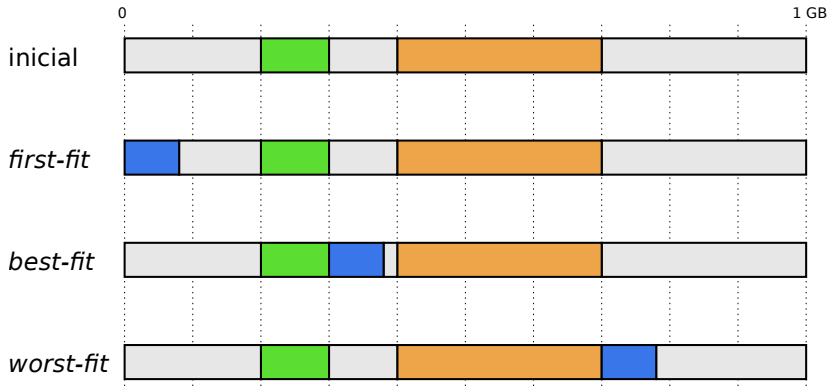
- Escolher a **primeira área** livre onde o bloco couber
- Solução rápida

■ **Next-Fit:**

- Variante da *first-fit*, para distribuir as alocações

Fragmentação externa

Precisamos alocar um novo bloco de 80 MB:



Qual seria a melhor estratégia?

Desfragmentação

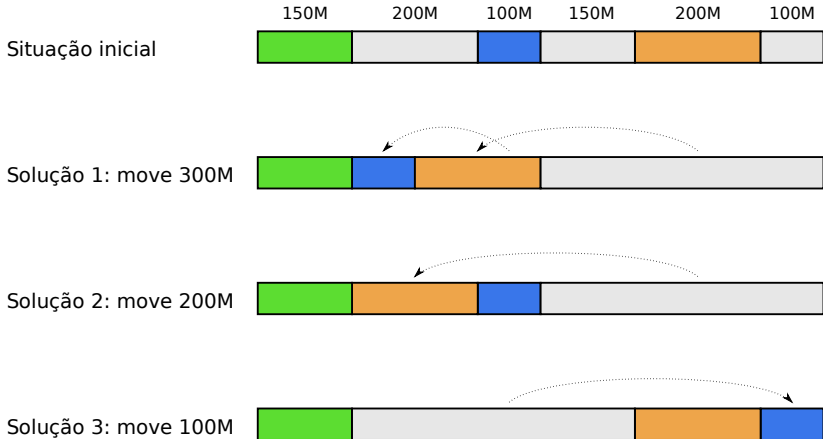
Princípio:

- Periodicamente, desfragmentar a memória
- Mover os blocos para concatenar fragmentos livres
- Liberar áreas maiores de memória

Problemas:

- Posição dos blocos na memória é alterada
 - Só pode ser aplicado à memória física (RAM)
- Deve ser rápido para não atrapalhar o sistema
- Algoritmos de otimização combinatória

Desfragmentação



Fragmentação interna

Arredondamento das solicitações de blocos de memória:

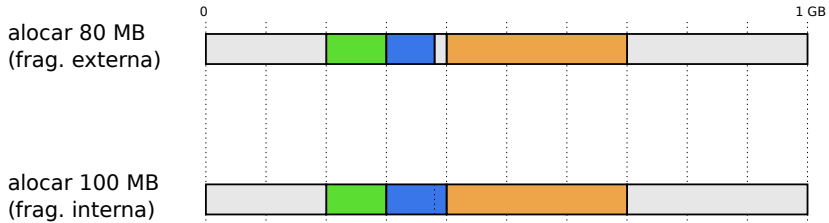
- Evitar o surgimento de fragmentos muito pequenos
- Diminuir custo de gerência
- Inevitável em sistemas paginados

Processos recebem mais memória que o solicitado:

- Essa memória adicional não será usada
- Perda média: 1/2 página por área alocada

Fragmentação interna

Exemplo: dada uma requisição de 80 MB de memória:



O alocador Buddy

Organiza os blocos alocados em uma árvore binária

Geralmente usado para alocação da memória física

Princípio:

- Alocar blocos de memória de tamanho 2^n
 - Exemplo: p/ pedido de 85 KB, alocar 128 KB (2^7 KB)
- Bloco mínimo: entre 1 KB e 64 KB
- Bloco máximo: a memória disponível

Funcionamento do alocador Buddy

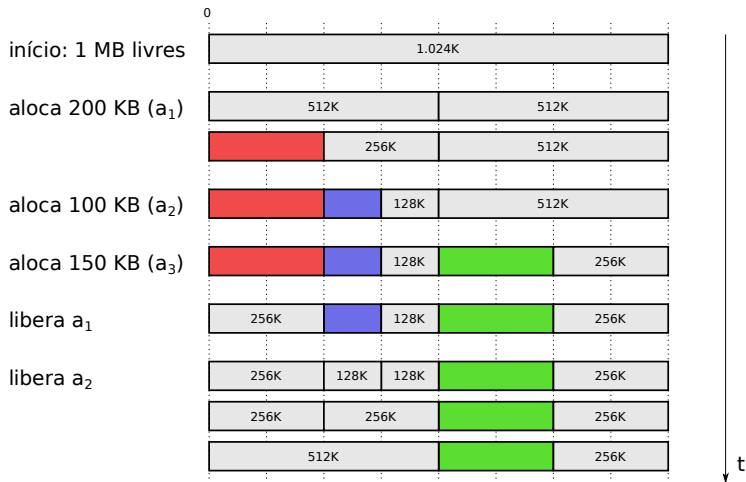
Ao alocar um bloco de 40 KB:

- 1 2^n maior e mais próximo de 40 KB é 64 KB
- 2 procura bloco de 64 KB e o aloca
- 3 se não houver, procura bloco de 128 KB e divide em dois
- 4 se não houver, procura bloco de 256 KB e divide em dois
- 5 se não houver, ...

Ao liberar um bloco:

- 1 se o par (*buddy*) do bloco estiver livre, funde-os
- 2 se o par do novo bloco estiver livre, funde-os
- 3 se o par ...

O alocador Buddy



O alocador Buddy

Variantes do alocador Buddy:

- Buddy binário (sempre dois buddies iguais)
- Buddy binário com pesos (64 KB = 48KB + 16 KB)
- Buddy com Fibonacci (0,1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ...)

Exemplo: alocador de memória física no Linux:

```

1 # cat /proc/buddyinfo
2 Chunk size          4K      8K     16K   32K  64K 128K 256K 512K 1M 2M 4M
3 Node 0, zone DMA    1      0      1     2   3    2    0    0    1  1  3
4 Node 0, zone DMA32 12      8      9     7   6   10    6    6    4  3 551
5 Node 0, zone Normal 237 15443 11954 3798 984  444  289  133 70 37 126
  
```

O alocador Slab

Proposto para o sistema SunOS 5.4, amplamente usado hoje.

Especializado na alocação de “objetos” do núcleo:

- descritores de arquivos, processos, sockets, etc
- pequenos (10s-100s bytes) e com tamanhos padronizados
- continuamente criados/destruídos na operação do núcleo
- podem ser reutilizados ao invés de alocados/liberados

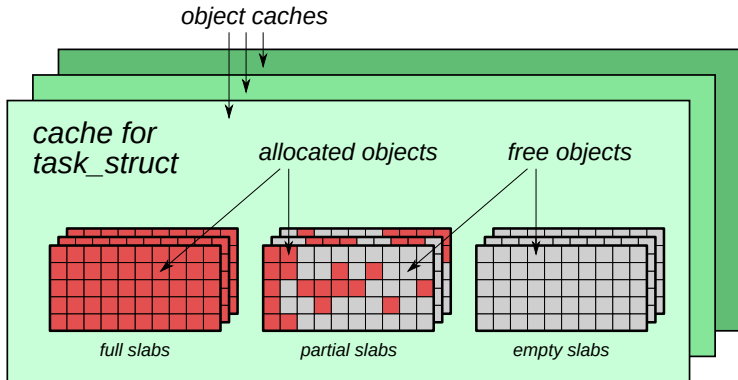
Estratégia básica: caching de objetos

- Cada tipo de objeto tem um cache
- Cada cache é dividido em *slabs* (placas)
- Cada *slab* pode estar cheio, vazio ou parcial

O alocador Slab

Composto de caches de objetos, cada um com vários *slabs*.

Cada *slab* contém objetos em uso ou livres.



Funcionamento do alocador Slab

- 1 Ao receber um pedido de objeto, o alocador analisa o cache adequado e entrega um objeto livre de um *slab* parcial;
- 2 se não houver *slab* parcial, entrega um objeto livre de um *slab* vazio e muda o status dele para parcial;
- 3 se não houver *slab* vazio, solicita RAM ao alocador físico para um novo *slab*, ajusta seu status para vazio, inicializa seus objetos e os marca como livres;
- 4 ao liberar um objeto, este é marcado como livre;
- 5 se todos os objetos de um *slab* estiverem livres, ele é marcado como vazio;
- 6 *slabs* vazios podem ser devolvidos ao alocador físico se houver necessidade de RAM no sistema.

O alocador Slab no Linux

```

1 # cat /proc/slabinfo
2
3 # name          <active_objs> <num_objs> <objsize> <obj/slab> <pg/slab>
4 RAWv6           252           252         1152       28           8
5 UDPv6           104           104         1216       26           8
6 fat_inode_cache 44            44          744        22           4
7 fat_cache       0             0           40         102          1
8 pid_namespace   76            76          208        19           1
9 posix_timers_cache 374          374         240        17           1
10 request_sock_TCP 0             0           304        26           2
11 TCP             224           224         2048       16           8
12 sock_inode_cache 2783          2783        704        23           4
13 file_lock_cache 160           160         200        20           1
14 inode_cache     18902         18902       608        26           4
15 mm_struct       207           225         2112       15           8
16 files_cache     230           230         704        23           4
17 signal_cache    346           368         1024       16           4
18 task_struct     1141          1185        5824       5            8
19 ...
  
```

Alocação no espaço de usuário

Userspace allocator:

- Gerencia o uso da área *Heap* do processo
- Alocação dinâmica de variáveis da aplicação
- Implementa operações como `malloc` e `free`
- Implementado por biblioteca (LibC)

Abordagens:

- A mais simples: *first-fit* ou *best-fit*
- *DLmalloc* e *PTmalloc* (usados no Linux)
- Soluções ad-hoc para aplicações específicas
 - *Memory pool*: prealocar vetor de blocos iguais