Programação de Computadores II

Cap. 5 – Alocação Dinâmica

Livro: Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel. Introdução a Estruturas de Dados, Editora Campus (2004)

Slides adaptados dos originais dos profs.: Marco Antonio Casanova e Marcelo Gattass (PUC-Rio)

Referências

Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel, *Introdução a Estruturas de Dados*, Editora Campus (2004)

Capítulo 5 – Vetores e alocação dinâmica

Tópicos

- Alocação dinâmica
- Vetores locais e funções

Alocação Dinâmica

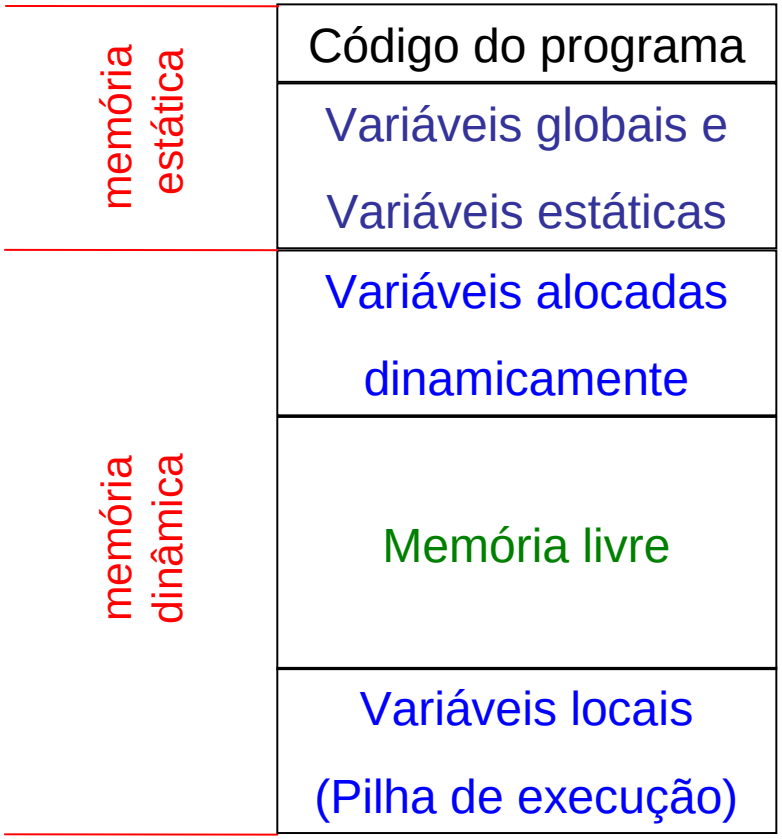
- Uso da memória:
  - uso de variáveis globais (e estáticas):
    - espaço reservado para uma variável global existe enquanto o programa estiver sendo executado
  - uso de variáveis locais:
    - espaço existe apenas enquanto a função que declarou a variável está sendo executada
    - liberado para outros usos quando a execução da função termina
  - variáveis globais ou locais podem ser simples ou vetores:
    - para vetor, é necessário informar o número máximo de elementos pois o compilador precisa calcular o espaço a ser reservado

Alocação Dinâmica

- Uso da memória:
  - alocação dinâmica:
    - espaço de memória é requisitado em tempo de execução
    - espaço permanece reservado até que seja explicitamente liberado
      - depois de liberado, espaço estará disponibilizado para outros usos e não pode mais ser acessado
      - espaço alocado e não liberado explicitamente, será automaticamente liberado ao final da execução

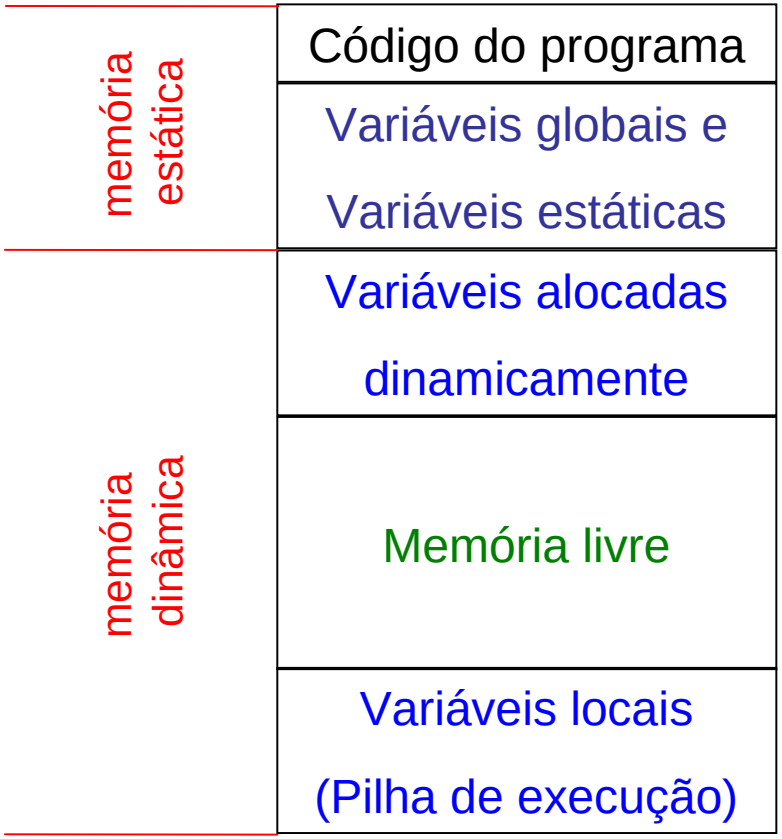
Alocação Dinâmica

- Uso da memória:
  - memória estática:
    - código do programa
    - variáveis globais
    - variáveis estáticas
  - memória dinâmica:
    - variáveis alocadas dinamicamente
    - memória livre
    - variáveis locais



Alocação Dinâmica

- Uso da memória:
  - alocação dinâmica de memória:
    - usa a memória livre
    - se o espaço de memória livre for menor que o espaço requisitado, a alocação não é feita e o programa pode prever tratamento de erro
  - pilha de execução:
    - utilizada para alocar memória quando ocorre chamada de função:
      - sistema reserva o espaço para as variáveis locais da função
      - quando a função termina, espaço é liberado (desempilhado)
    - se a pilha tentar crescer mais do que o espaço disponível existente, programa é abortado com erro



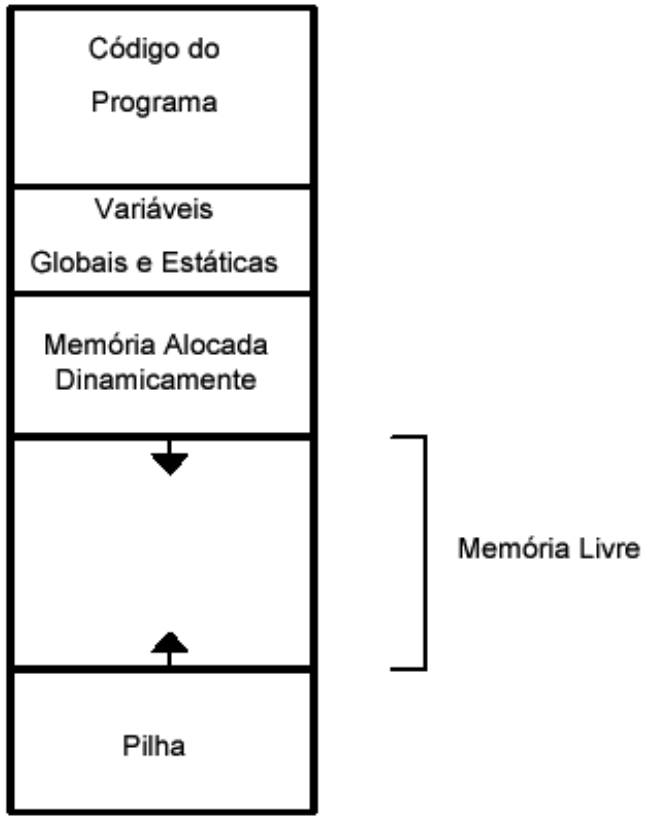
Alocação Dinâmica

- Funções da biblioteca padrão “stdlib.h”
  - contém uma série de funções pré-definidas:
    - funções para tratar alocação dinâmica de memória
    - constantes pré-definidas
    - ....

Alocação Dinâmica

```
void * malloc(int num_bytes);
```

```
void free(void * p);
```



Alocação Dinâmica

- Função “**malloc**”:
  - recebe como parâmetro o número de bytes que se deseja alocar
  - retorna um ponteiro genérico para o endereço inicial da área de memória alocada, se houver espaço livre:
    - ponteiro genérico é representado por `void*`
    - ponteiro é convertido para o tipo apropriado, usando a conversão temporária (cast). Ex: float *v= (float *) malloc (1000 * sizeof(float));
  - retorna um endereço nulo, se não houver espaço livre:
    - representado pelo símbolo `NULL`
- Função “**sizeof**”:
  - retorna o número de bytes ocupado por um tipo
- função “free”:
  - recebe como parâmetro o ponteiro da memória a ser liberada
    - a função free deve receber um endereço de memória que tenha sido alocado dinamicamente

)

Alocação Dinâmica

- Exemplo:
  - alocação dinâmica de um vetor de inteiros com 10 elementos
    - malloc retorna o endereço da área alocada para armazenar valores inteiros
    - ponteiro de inteiro recebe endereço inicial do espaço alocado

```
int *v;
v = (int *) malloc(10*sizeof(int));
```

Alocação Dinâmica

- Exemplo (cont.):

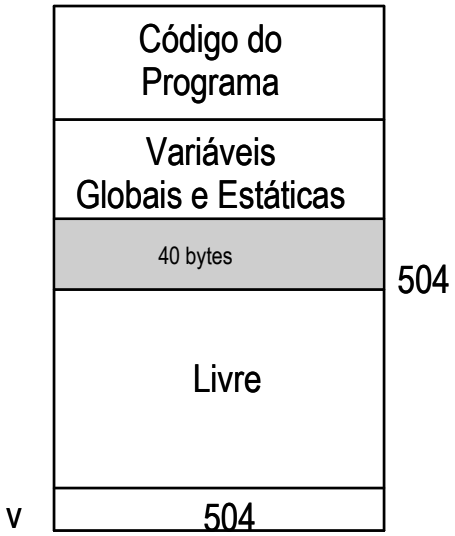
```
v = (int *) malloc(10*sizeof(int));
```

1 - Declaração: int *v

Abre-se espaço na pilha para o ponteiro (variável local)

2 - Comando: v = (int *) malloc (10*sizeof(int))

Reserva espaço de memória da área livre e atribui endereço à variável



Alocação Dinâmica

- Exemplo (cont.):
  - v armazena endereço inicial de uma área contínua de memória suficiente para armazenar 10 valores inteiros
  - v pode ser tratado como um vetor declarado estaticamente
    - v aponta para o inicio da área alocada
    - v[0] acessa o espaço para o primeiro elemento
    - v[1] acessa o segundo
    - .... até v[9]

Alocação Dinâmica

- Exemplo (cont.):
  - tratamento de erro após chamada a malloc
    - imprime mensagem de erro
    - aborta o programa (com a função exit)

```
…
v = (int*) malloc(10*sizeof(int));
if (v==NULL)
{
   printf("Memoria insuficiente.\n");
   exit(1);  /* aborta o programa e retorna 1 para o sist. operacional */
}
…

free(v);
```

```c
#include <stdlib.h>

int main ( void )
{
   float *v;
   float med, var;
   int i,n;

   printf("Entre n e depois os valores\n");
   scanf("%d",&n);
   v = (float *) malloc(n*sizeof(float));
   if (v==NULL) { printf(“Falta memoria\n”); exit(1); }

   for ( i = 0; i < n; i++ )
      scanf("%f", &v[i]);

   med = media(n,v);
   var = variancia(n,v,med);

   printf ( "Media = %f   Variancia = %f  \n", med, var);
   free(v);
   return 0;
}
```

Vetores Locais a Funções

- Área de memória de uma variável local:
  - só existe enquanto a função que declara a variável estiver sendo executada
  - requer cuidado quando da utilização de vetores locais dentro de funções
- Exemplo:
  - produto vetorial de dois vetores **u** e **v** em 3D, representados pelas três componentes *x*, *y*, e *z*

$$\mathbf{u} \times \mathbf{v} = \left\{ u_y v_z - v_y u_z, \quad u_z v_x - v_z u_x, \quad u_x v_y - v_x u_y \right\}$$

Vetores Locais a Funções

```
float* prod_vetorial (float* u, float* v)
{
   float p[3];
   p[0] = u[1]*v[2] – v[1]*u[2];
   p[1] = u[2]*v[0] – v[2]*u[0];
   p[2] = u[0]*v[1] – v[0]*u[1];
   return p;
}
```

– variável p declarada localmente:

  - área de memória que a variável p ocupa deixa de ser válida quando a função prod_vetorial termina
  - função que chama prod_vetorial não pode acessar a área apontada pelo valor retornado

Vetores Locais a Funções

```
float* prod_vetorial (float* u, float* v)
{
   float *p = (float*) malloc(3*sizeof(float));
   p[0] = u[1]*v[2] – v[1]*u[2];
   p[1] = u[2]*v[0] – v[2]*u[0];
   p[2] = u[0]*v[1] – v[0]*u[1];
   return p;
}
```

- variável p alocada dinamicamente
  - área de memória que a variável p ocupa permanece válida mesmo após o término da função prod_vetorial
  - função que chama prod_vetorial pode acessar o ponteiro retornado
  - problema - alocação dinâmica para cada chamada da função:
    - ineficiente do ponto de vista computacional
    - requer que a função que chama seja responsável pela liberação do espaço

Vetores Locais a Funções

```
void prod_vetorial (float* u, float* v, float* p)
{
   p[0] = u[1]*v[2] – v[1]*u[2];
   p[1] = u[2]*v[0] – v[2]*u[0];
   p[2] = u[0]*v[1] – v[0]*u[1];
}
```

- espaço de memória para o resultado passado pela função que chama:
  - função prod_vetorial recebe três vetores,
    - dois vetores com dados de entrada
    - um vetor para armazenar o resultado
  - solução mais adequada pois não envolve alocação dinâmica

Exercício

- Todo ano um concurso de programação premia os participantes que obtêm a maior média ponderada em uma bateria de dois testes
- Escreva uma função que recebe sete parâmetros:
  - o inteiro n indicando a quantidade de participantes do concurso
  - o ponteiro inscr para o vetor de inteiros que contém as inscrições desses participantes
  - o ponteiro t1 para o vetor de reais que contém a nota de cada participante no primeiro teste
  - o inteiro p1 que indica o peso dessa nota na média ponderada
  - o ponteiro t2 para o vetor de reais que contém a nota de cada participante no segundo teste
  - o inteiro p2 que indica o peso dessa nota na média ponderada
  - um ponteiro para a variável inteira tam

Exercício

- A função deve:
  - calcular a média ponderada de cada participante
  - criar um novo vetor de inteiros alocado dinamicamente com o tamanho exato para conter apenas as inscrições dos participantes que obtiveram a maior média (pode haver empate)
  - armazenar no novo vetor as inscrições correspondentes (em qualquer ordem)
  - armazenar o tamanho do novo vetor na variável tam
  - retornar o ponteiro para o novo vetor
- Considere que para uma mesma posição do vetor (mesmo índice), a inscrição e as notas se referem a um mesmo participante. O protótipo da função é:

```
int *premiados(int n, int *inscr, float *t1, int p1,float *t2, int p2, int *tam);
```

Resumo

Funções para gerência de memória:

sizeof	retorna o número de bytes ocupado por um tipo
malloc	recebe o número de bytes que se deseja alocar retorna um ponteiro para o endereço inicial, ou retorna um endereço nulo (NULL)
free	recebe o ponteiro da memória a ser liberada