Aula 23

MC 102 - Algoritmos e Programação de Computadores

Apontadores e Alocação Dinâmica.

Variáveis

Ao declararmos uma variável `x` como a abaixo:

```
int x = 100;
```

Temos associados a ela os seguintes elementos:

- Um nome: x;
- Um endereço de memória ou referência: 0xbfd267c4;
- Um valor: 100

Para acessarmos o endereço dessa variável usamos o operador &

```
int x = 100;
printf("Valor de x = %d\n", x);
printf("Endereco de x = 0x%x\n", &x);
```

Apontadores

Nós já vimos que existem tipos de dados para armazenar o endereço de uma variável. Eles usam o operador *.

Uma variável declarada como um destes tipos é chamada de apontador.

Ao atribuir o endereço de uma variável a um apontador, dizemos que o mesmo aponta para a variável.

```
int x;
int *ap_x; /* apontador para inteiros */
ap_x = &x; /* ap_x aponta para x */
```

Apontadores

Para declarar uma variável do tipo apontador utilizamos o operador unário *.

```
int *ap_int;
char *ap_char;
float *ap_float;
double *ap_double;
```

Apontadores

Cuidado ao declarar vários apontadores em uma única linha. O operador * deve preceder o nome da variável e não suceder o tipo que o apontador apontará.

```
int *ap1, *ap_2, *ap_3;
```

A declaração abaixo declara quantos inteiros e quantos apontadores para inteiro?

```
int *ap1, ap_ou_int1, ap_ou_int2;
```

Fazendo acesso aos valores das variáveis referenciadas

Um endereço de variável por si só não é muito útil. Para acessarmos o valor de uma variável apontada por um endereço, também usamos o operador *:

Ao precedermos um apontador com este operador, obtemos o equivalente a variável armazenada no endereço em questão:

*ap_x pode ser usado em qualquer contexto que a variável x seria.

```
int x;
int *ap_x = &x;
*ap_x = 3;
```

Apontadores para registros

Para acessar os elementos de um registro usando um apontador, devemos primeiro acessar o registro e depois acessar o campo desejado.

Os parênteses são necessários pois o operador * tem prioridade menor que o operador .

```
struct ponto { double x; double y; };
typedef struct ponto Ponto;
Ponto *ap_p, r;
ap_p = &r;
(*ap_p).x = 4.0;
(*ap_p).y = 5.0;
```

Apontadores para registros

Para simplificar o acesso aos campos de um registro usando apontadores, foi criado o operador ->.

Usando este operador acessamos os campos de um registro diretamente pelo apontador.

```
struct ponto { double x; double y; };
typedef struct ponto Ponto;
Ponto *ap_p, r;
ap_p = &r;
ap_p->x = 4.0;
ap_p->y = 5.0;
```

Apontadores para registros

```
typedef struct xy { int x; int y; } tipo_xy;
typedef struct wz { tipo_xy w; tipo_xy *z;} tipo_wz;
...
int main () {
   tipo_wz r,*ap_wz;
   tipo_xy b;
   ap_wz = &r;
   ap_wz->w.x = 10;
   ap_wz->z = &b;
   ap_wz->z->x = 10;
   ...
}
```

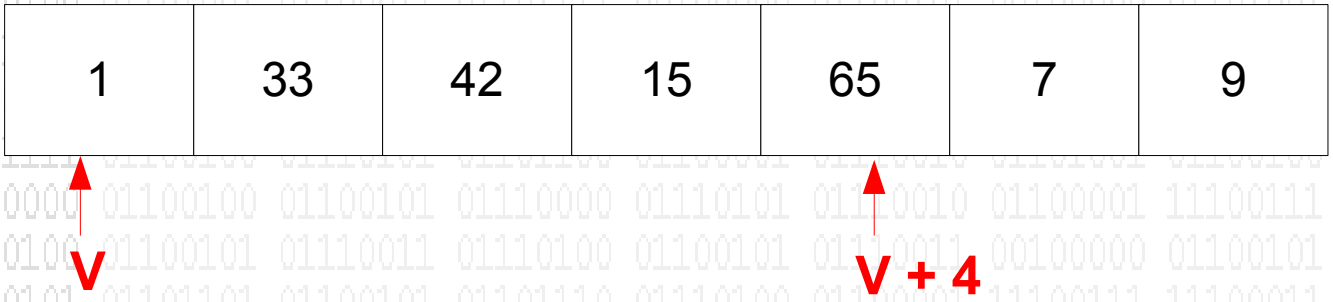
Apontadores e vetores

Uma variável que representa um vetor é implementada por uma apontador constante para o primeiro elemento do vetor.

A operação de indexação corresponde a deslocar este apontador ao longo dos elementos alocados ao vetor.

Isto pode ser feito de duas formas:

- Usando o operador de indexação (v[4]).
- Usando aritmética de endereços (*(v+4)).



Apontadores e vetores

Este dupla identidade entre apontadores e vetores é a responsável pelo fato de vetores serem sempre passados por referência e pela inabilidade da linguagem em detectar acessos fora dos limites de um vetor.

Vetores de Apontadores

Não existe diferença entre vetores de apontadores e vetores de tipos simples.

Neste caso, basta observar que o operador * tem precedência menor que o operador de indexação [].

```
int *vet_ap[5];
char *vet_cadeias[5];
...
printf("%d %s", *vet_ap[0], vet_cadeias[0]);
```

Alocação Dinâmica de Memória

Já vimos que as matrizes e vetores possuem tamanhos pré-definidos, ocupando a memória como outra variável qualquer. Isso gera o incômodo de definirmos um tamanho muito maior que aquele que normalmente será usado em tempo de execução.

Mas como definir um tamanho dinamicamente, ou seja em tempo de execução, conforme a necessidade do usuário, desde que haja memória disponível?

Alocação Dinâmica de Memória

Isso é feito utilizando a chamada memória dinâmica, oferecida pelo sistema operacional, durante a execução do programa.

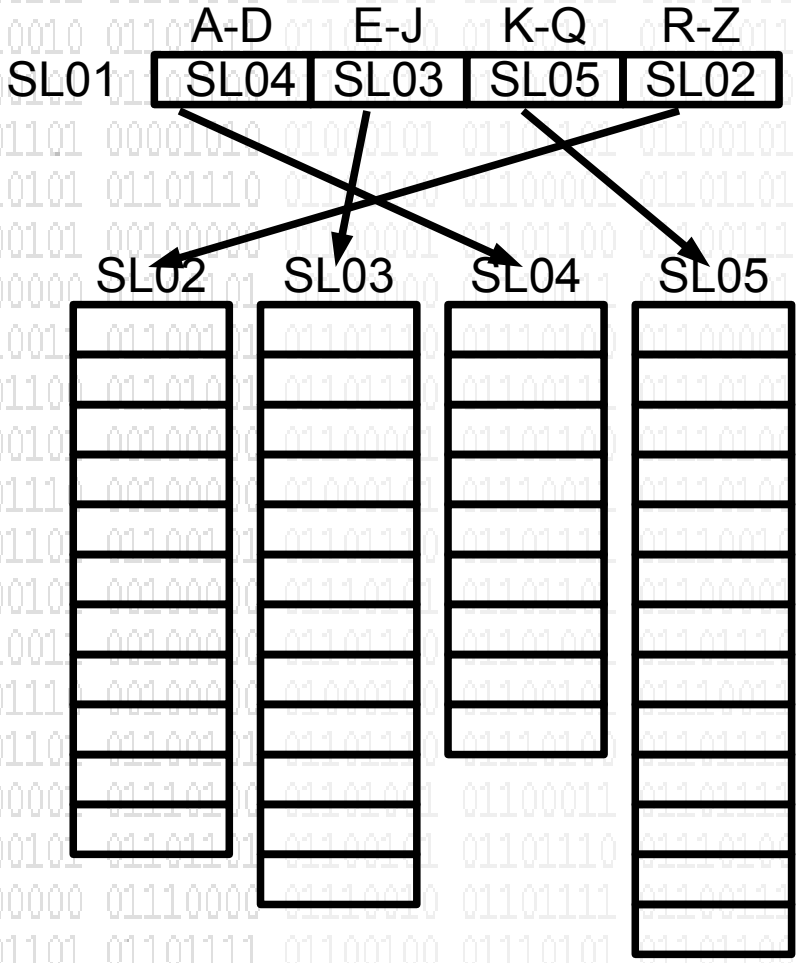
As variáveis globais e locais são armazenadas na **Memória Estática**. A **Memória Dinâmica** é utilizada para o armazenamento de dados, "desafogando" a memória estática, mas não de variáveis.

Memória Estática x Dinâmica

Para podermos usar a memória dinâmica, precisamos saber o **endereço** de memória em que os dados serão armazenados.

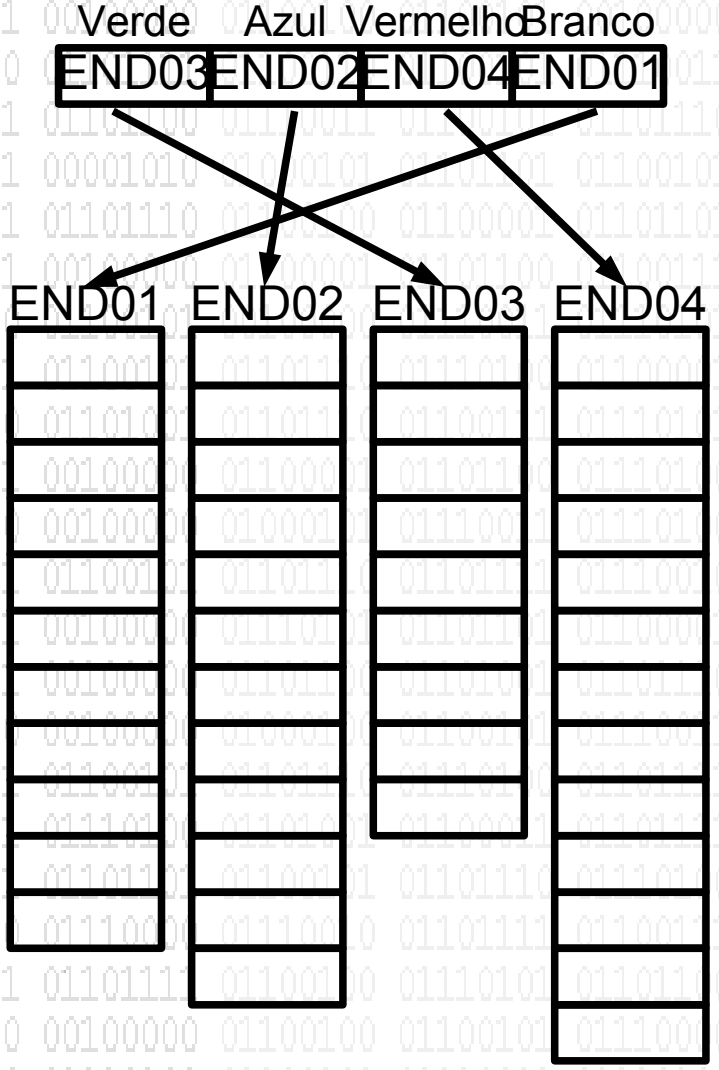
É como se uma variável, em vez de armazenar os dados propriamente ditos, possui apenas o endereço da localização dos dados (uma caixa postal para as correspondências, por exemplo).

Memória Estática x Dinâmica



Vamos fazer uma analogia. Imagine que temos poucos lugares em uma sala para atender a todos os alunos que para uma prova de vestibular. Essa sala será reservada para informações aos alunos da localização da correta sala na qual ele fará a prova. Essas "novas salas" foram alocadas após as inscrições, quando o número total de vestibulandos já era conhecido.

Memória Estática x Dinâmica



Se desejarmos criar 4 vetores para armazenar o RA dos alunos que optaram por uma das cores (Verde, Azul, Vermelho e Branco), poderíamos definir esses vetores na memória dinâmica, uma vez que já sabemos a quantidade de alunos para cada cor.

Portanto, cada variável vetor irá, na verdade, armazenar o endereço dos dados.

Tamanho do Tipo de Dado

Para realizarmos a alocação dinâmica, precisamos saber quantos bytes um tipo de dado ocupa na memória. Assim podemos solicitar ao sistema operacional o tamanho total em bytes que desejamos.

Para isso, vamos fazer uso do operador **sizeof()**, que retorna o tamanho em bytes de um tipo de dado:

```
int sizeof(tipo_de_dado);
```

Exemplo:

```
printf("int ocupa %d bytes\n", sizeof(int));
printf("double ocupa %d bytes\n", sizeof(double));
```

Biblioteca stdlib.h - Alocação 1

Contém as funções para alocação e liberação dinâmica de espaços de memória

Alocar memória:

void ***malloc**(int **tamanho_em_bytes**);

void * significa que o retorno é um endereço de memória genérico, não importanto o tipo de dado.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente

x = (int *) malloc(sizeof(int) * 10000);
x[9876] = 1234;
...
```

Biblioteca stdlib.h - Alocação 1

Contém as funções para alocação e liberação dinâmica de espaços de memória:

Alocar memória:

void ***malloc**(int **tamanho_em_bytes**);

void * significa que o retorno é um endereço de memória genérico, não importanto o tipo de dado.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente
x = (int *) malloc(sizeof(int) * 10000);
x[9876] = 1234;
...
```

Mesmo tipo de dado

Tamanho

Biblioteca stdlib.h - Alocação 1

Contém as funções para alocação e liberação dinâmica de espaços de memória:

Alocar memória:

void ***malloc**(int **tamanho_em_bytes**);

void * significa que o retorno é um endereço de memória genérico, não importanto o tipo de dado.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente
```

Obrigatório

```
x = (int *) malloc(sizeof(int) * 10000);
x[9876] = 1234;
...
```

Biblioteca stdlib.h - Alocação 2

Alocar memória e **zerar o conteúdo** alocado:

void ***calloc**(int **num_elem**, int **tamanho_elem**);

num_elem é o numero de elementos que serão criados.

tamanho_elem é o tamanho de cada elemento que será criado.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente

x = (int *) calloc(10000, sizeof(int));
x[9876] = 1234;
...
```

Biblioteca stdlib.h - Alocação 3

Realocar memória (para mais ou para menos):

void ***realloc**((void *) **apontador**, int **novo_tam**);

apontador é a variável apontador que será alterada. Note que (void*) deve ser usado obrigatoriamente, independente do tipo de dado.

novo_tam é o novo tamanho alocado, em bytes.
Se menor, o restante será perdido.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente

x = (int *) calloc(10000, sizeof(int));
x[9876] = 1234;
x = (int *) realloc((void *) x, 1000 * sizeof(int));
...
```

Biblioteca stdlib.h - Liberação

Liberar memória alocada:

void **free**(void * **apontador**);

apontador é a variável apontador que contem o endereço para ser liberado.

É muito importante liberar a memória que não será mais usada. Isso evita o esgotamento da memória dinâmica oferecida pelo sistema operacional.

Exemplo:

```
int *x;  // vetor criado dinamicamente

x = (int *) calloc(10000, sizeof(int));
x[9876] = 1234;
...
free(x);  // libera todo espaço alocado
```

Resumo

- Definição de ponteiros para alocação dinâmica de memória.
- Funções da `stdlib.h` para alocação dinâmica de memória: `malloc`, `calloc`, `realloc` e `free`.

Importante!

- Não se pode usar um ponteiro sem primeiro alocar memória para ele.
- Nunca esquecer de liberar a memória que não será mais usada, pois uma hora, ela pode acabar...

Exercício

Faça um programa que leia um vetor de n inteiros e imprima sua média. Agora, o vetor deverá ser alocado dinamicamente para qualquer quantidade inteira n que o usuário informar (com n > 0 e n < 50).