Linguagem C: Alocação Dinâmica

Prof. André Backes

Definição

- Sempre que escrevemos um programa, é preciso reservar espaço para as informações que serão processadas.
- Para isso utilizamos as variáveis
  - Uma variável é uma posição de memória que armazena uma informação que pode ser modificada pelo programa.
  - Ela deve ser definida antes de ser usada.

DEFINIÇÃO

- Infelizmente, nem sempre é possível saber, em tempo de execução, o quanto de memória um programa irá precisar.
- Exemplo
  - Faça um programa para cadastrar o preço de **N** produtos, em que **N** é um valor informado pelo usuário

```
int N, i;
double produtos[N];
```

Errado! Não sabemos o valor de **N**

```
int N,i;

scanf("%d",&N)

double produtos[N];
```

Funciona, mas não é o mais indicado

DEFINIÇÃO

- A *alocação dinâmica* permite ao programador criar "variáveis" em tempo de execução, ou seja, alocar memória para novas variáveis quando o programa está sendo executado, e não apenas quando se está escrevendo o programa.
  - Quantidade de memória é alocada sob demanda, ou seja, quando o programa precisa
  - Menos desperdício de memória
    - Espaço é reservado até liberação explícita
    - Depois de liberado, estará disponibilizado para outros usos e não pode mais ser acessado
    - Espaço alocado e não liberado explicitamente é automaticamente liberado ao final da execução

ALOCANDO MEMÓRIA

Memória		
posição	variável	conteúdo
119		
120		
121	int *p	NULL
122		
123		
124		
125		
126		
127		
128		

Alocando 5 posições de memória em int *p

Memória		
posição	variável	conteúdo
119		
120		
121	int *p	123
122		
123	p[0]	11
124	p[1]	25
125	p[2]	32
126	p[3]	44
127	p[4]	52
128		

ALOCAÇÃO DINÂMICA

- A linguagem C ANSI usa apenas 4 funções para o sistema de alocação dinâmica, disponíveis na stdlib.h:
  - malloc
  - calloc
  - realloc
  - free

Alocação Dinâmica - malloc

- **malloc**
  - A função malloc() serve para alocar memória e tem o seguinte protótipo:

```
void *malloc (unsigned int num);
```

- Funcionalidade
  - Dado o número de bytes que queremos alocar (**num**), ela aloca na memória e retorna um ponteiro **void*** para o primeiro byte alocado.

Alocação Dinâmica - malloc

- O ponteiro **void*** pode ser atribuído a qualquer tipo de ponteiro via *type cast*. Se não houver memória suficiente para alocar a memória requisitada a função malloc() retorna um ponteiro nulo.

```
void *malloc (unsigned int num);
```

ALOCAÇÃO DINÂMICA - MALLOC

- Alocar 1000 bytes de memória livre.

```
char *p;
p = (char *) malloc(1000);
```

- Alocar espaço para 50 inteiros:

```
int *p;
p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
```

ALOCAÇÃO DINÂMICA - MALLOC

- Operador **sizeof()**
  - Retorna o número de ***bytes*** de um dado tipo de dado. Ex.: int, float, char, struct...

```
struct ponto{
    int x,y;
};

int main(){

    printf("char: %d\n", sizeof(char));// 1
    printf("int: %d\n", sizeof(int));// 4
    printf("float: %d\n", sizeof(float));// 4
    printf("ponto: %d\n", sizeof(struct ponto));// 8

    return 0;
}
```

ALOCAÇÃO DINÂMICA - MALLOC

- Operador **sizeof()**
  - No exemplo anterior,

```
p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
```

  - **sizeof(int)** retorna 4
    - número de bytes do tipo **int** na memória
  - Portanto, são alocados 200 bytes (50 * 4)
  - 200 bytes = 50 posições do tipo **int** na memória

ALOCAÇÃO DINÂMICA - MALLOC

- Se não houver memória suficiente para alocar a memória requisitada, a função **malloc()** retorna um ponteiro nulo

```
int main(){
    int *p;
    p = (int *) malloc(5*sizeof(int));
    if(p == NULL){
        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
        system("pause");
        exit(1);
    }
    int i;
    for (i=0; i<5; i++){
        printf("Digite o valor da posicao %d: ",i);
        scanf("%d",&p[i]);
    }

    return 0;
}
```

Alocação Dinâmica - calloc

- **calloc**
  - A função calloc() também serve para alocar memória, mas possui um protótipo um pouco diferente:

```
void *calloc (unsigned int num, unsigned int size);
```

- Funcionalidade
  - Basicamente, a função calloc() faz o mesmo que a função malloc(). A diferença é que agora passamos a quantidade de posições a serem alocadas e o tamanho do tipo de dado alocado como parâmetros distintos da função.

Alocação Dinâmica - calloc

- Exemplo da função **calloc**

```
int main(){
    //alocação com malloc
    int *p;
    p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
    if(p == NULL){
        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
    }
    //alocação com calloc
    int *p1;
    p1 = (int *) calloc(50,sizeof(int));
    if(p1 == NULL){
        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
    }

    return 0;
}
```

ALOCAÇÃO DINÂMICA - REALLOC

- **realloc**
  - A função realloc() serve para realocar memória e tem o seguinte protótipo:

```
void *realloc (void *ptr, unsigned int num);
```

- Funcionalidade
  - A função modifica o tamanho da memória previamente alocada e apontada por ***ptr** para aquele especificado por **num**.
  - O valor de **num** pode ser maior ou menor que o original.

ALOCAÇÃO DINÂMICA - REALLOC

- **realloc**
  - Um ponteiro para o bloco é devolvido porque realloc() pode precisar mover o bloco para aumentar seu tamanho.
  - Se isso ocorrer, o conteúdo do bloco antigo é copiado para o novo bloco, e nenhuma informação é perdida.

```
int main(){
    int i;
    int *p = malloc(5*sizeof(int));
    for (i = 0; i < 5; i++){
        p[i] = i+1;
    }
    for (i = 0; i < 5; i++){
        printf("%d\n",p[i]);
    }
    printf("\n");
    //Diminui o tamanho do array
    p = realloc(p,3*sizeof(int));
    for (i = 0; i < 3; i++){
        printf("%d\n",p[i]);
    }
    printf("\n");
    //Aumenta o tamanho do array
    p = realloc(p,10*sizeof(int));
    for (i = 0; i < 10; i++){
        printf("%d\n",p[i]);
    }

    return 0;
}
```

Alocação Dinâmica - realloc

- Observações sobre realloc()
  - Se ***ptr** for nulo, aloca **num** bytes e devolve um ponteiro (igual malloc);
  - se **num** é zero, a memória apontada por ***ptr** é liberada (igual free).
  - Se não houver memória suficiente para a alocação, um ponteiro nulo é devolvido e o bloco original é deixado inalterado.

Alocação Dinâmica - free

- **free**
  - Diferente das variáveis definidas durante a escrita do programa, as variáveis alocadas dinamicamente não são liberadas automaticamente pelo programa.
  - Quando alocamos memória dinamicamente é necessário que nós a liberemos quando ela não for mais necessária.
  - Para isto existe a função **free()** cujo protótipo é:

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

ALOCAÇÃO DINÂMICA - FREE

- Assim, para liberar a memória, basta passar como parâmetro para a função free() o ponteiro que aponta para o início da memória a ser desalocada.
- Como o programa sabe quantos bytes devem ser liberados?
  - Quando se aloca a memória, o programa guarda o número de bytes alocados numa "tabela de alocação" interna.

ALOCAÇÃO DINÂMICA - FREE

- Exemplo da função **free()**

```
int main(){
    int *p,i;
    p = (int *) malloc(50*sizeof(int));
    if(p == NULL){
        printf("Erro: Memoria Insuficiente!\n");
        system("pause");
        exit(1);
    }
    for (i = 0; i < 50; i++){
        p[i] = i+1;
    }
    for (i = 0; i < 50; i++){
        printf("%d\n",p[i]);
    }
    //libera a memória alocada
    free(p);

    return 0;
}
```

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Para armazenar um array o compilador C calcula o tamanho, em bytes, necessário e reserva posições sequenciais na memória
  - Note que isso é muito parecido com alocação dinâmica
- Existe uma ligação muito forte entre ponteiros e arrays.
  - O nome do array é apenas um ponteiro que aponta para o primeiro elemento do array.

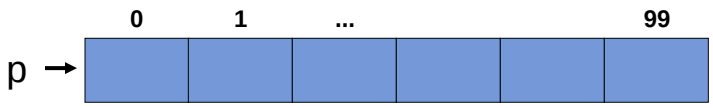
ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Ao alocarmos memória estamos, na verdade, alocando um array.

```
int *p;
int i, N = 100;

p = (int *) malloc(N*sizeof(int));

for (i = 0; i < N; i++)
    scanf("%d",&p[i]);
```



ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Note, no entanto, que o array alocado possui apenas uma dimensão
- Para liberá-lo da memória, basta chamar a função free() ao final do programa:

```
int *p;
int i, N = 100;

p = (int *) malloc(N*sizeof(int));

for (i = 0; i < N; i++)
    scanf("%d",&p[i]);

free(p);
```

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Para alocarmos arrays com mais de uma dimensão, utilizamos o conceito de “ponteiro para ponteiro”.
  - Ex.: char ***p3;
- Para cada nível do ponteiro, fazemos a alocação de uma dimensão do array.

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Conceito de “ponteiro para ponteiro”:

```
char letra = 'a';
char *p1;
char **p2;
char ***p3;

p1 = &letra;
p2 = &p1;
p3 = &p2;
```

Memória		
posição	variável	conteúdo
119		
120	char ***p3	122
121		
122	char **p2	124
123		
124	char *p1	126
125		
126	char letra	‘a’
127		

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Em um ponteiro para ponteiro, cada nível do ponteiro permite criar uma nova dimensão no array.

```
int **p; //2 "*" = 2 níveis = 2 dimensões
int i, j, N = 2;
p = (int**) malloc(N*sizeof(int*));

for (i = 0; i < N; i++){
    p[i] = (int *)malloc(N*sizeof(int));
    for (j = 0; j < N; j++)
        scanf("%d", &p[i][j]);
}
```

Memória		
posição	variável	conteúdo
119	int **p	120
120	p[0]	123
121	p[1]	126
122		
123	p[0][0]	69
124	p[0][1]	74
125		
126	p[1][0]	14
127	p[1][1]	31
128		

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

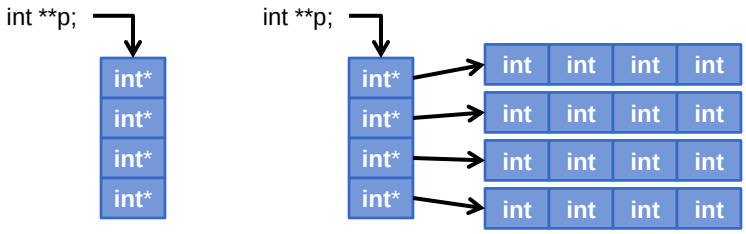
- Em um ponteiro para ponteiro, cada nível do ponteiro permite criar uma nova dimensão no array.

```
p = (int**) malloc(N*sizeof(int*));

for (i = 0; i < N; i++){
    p[i] = (int *)malloc(N*sizeof(int));
```

1º malloc:
cria as linhas

2º malloc:
cria as colunas



ALOCAÇÃO DE ARRAYS

- Diferente dos arrays de uma dimensão, para liberar um array com mais de uma dimensão da memória, é preciso liberar a memória alocada em cada uma de suas dimensões, na ordem inversa da que foi alocada

ALOCAÇÃO DE ARRAYS

```
int **p; //2 "*" = 2 níveis = 2 dimensões
int i, j, N = 2;
p = (int**) malloc(N*sizeof(int*));

for (i = 0; i < N; i++){
    p[i] = (int *)malloc(N*sizeof(int));
    for (j = 0; j < N; j++)
        scanf("%d", &p[i][j]);
}
```

```
for (i = 0; i < N; i++)
    free(p[i]);
free(p);
```

ALOCAÇÃO DE STRUCT

- Assim como os tipos básicos, também é possível fazer a alocação dinâmica de estruturas.
- As regras são exatamente as mesmas para a alocação de uma **struct**.
- Podemos fazer a alocação de
  - uma única **struct**
  - um array de **structs**

ALOCAÇÃO DE STRUCT

- Para alocar uma única **struct**
  - Um ponteiro para **struct** receberá o **malloc()**
  - Utilizamos o **operador seta** para acessar o conteúdo
  - Usamos **free()** para liberar a memória alocada

```
struct cadastro{
    char nome[50];
    int idade;
};

int main(){
    struct cadastro *cad = (struct cadastro*) malloc(sizeof(struct cadastro));
    strcpy(cad->nome,"Maria");
    cad->idade = 30;

    free(cad);

    return 0;
}
```

ALOCAÇÃO DE STRUCT

- Para alocar uma única **struct**
  - Um ponteiro para **struct** receberá o **malloc()**
  - Utilizamos os **colchetes [ ]** para acessar o conteúdo
  - Usamos **free()** para liberar a memória alocada

```
struct cadastro{
    char nome[50];
    int idade;
};

int main(){
    struct cadastro *vcad = (struct cadastro*) malloc(10*sizeof(struct cadastro));

    strcpy(vcad[0].nome,"Maria");
    vcad[0].idade = 30;

    strcpy(vcad[1].nome,"Cecilia");
    vcad[1].idade = 10;

    strcpy(vcad[2].nome,"Ana");
    vcad[2].idade = 10;

    free(vcad);

    return 0;
}
```

Material Complementar

- Vídeo Aulas
  - Aula 60: Alocação Dinâmica pt.1 – Introdução:
  - youtu.be/ErOmueylikM
  - Aula 61: Alocação Dinâmica pt.2 – Sizeof:
  - youtu.be/p2ihD9uDZs4
  - Aula 62: Alocação Dinâmica pt.3 – Malloc:
  - youtu.be/iU9CL5d-P5U
  - Aula 63: Alocação Dinâmica pt.4 – Calloc:
  - youtu.be/34uZMXVQd08
  - Aula 64: Alocação Dinâmica pt.5 – Realloc:
  - youtu.be/vEMTGkANXM4
  - Aula 65: Alocação Dinâmica pt.6 – Alocação de Matrizes:
  - youtu.be/W4vbwEJn11U