Aula 1: Alocação Dinâmica, Ponteiros, Structs e Introdução a Listas

Professor(a): Virgínia Fernandes Mota
http://www.dcc.ufmg.br/∼virginiaferm

ALGORITMOS E ESTRUTURAS DE DADOS - SETOR DE INFORMÁTICA

Alocação Dinâmica e Ponteiros

Alocação Dinâmica

- A Alocação Dinâmica é o processo que aloca memória em tempo de execução
- Ela é utilizada quando não se sabe ao certo quanto de memória será necessário para o armazenamento das informações, podendo ser determinada em tempo de execução conforme a necessidade do programa.
- Dessa forma **evita-se o desperdício de memória**.

Alocação Dinâmica

- No padrão C ANSI existem 4 funções para alocações dinâmica pertencentes a biblioteca *stdlib.h*.
- São elas: **malloc()**, **calloc()**, **realloc()** e **free()**.
- Existem ainda outras que não serão abordadas nesta aula, pois não são funções muito utilizadas.

Utilização e funções

- A alocação dinâmica é muito utilizada em problemas de estrutura de dados, por exemplo, listas encadeadas, pilhas, filas, arvores binárias e grafos.
- **malloc()** e **calloc()**: são responsáveis por alocar memória;
- **realloc()**: responsável por realocar a memória;
- **free()**: responsável por liberar a memória alocada.

A função **malloc()**

```
1 tipo *variavel;
2 variavel = (tipo *) malloc (tamanho * sizeof(tipo));
```

- Esta função recebe como parâmetro "tamanho"que é o número de bytes de memória que se deseja alocar.
- O interessante é que esta função retorna um **ponteiro** do tipo *void* podendo assim ser atribuído a qualquer tipo de *ponteiro*.
- PONTEIRO?!?!?!?!

Ponteiros

- O ponteiro nada mais é do que uma variável que guarda o endereço de uma outra variável.
- Declaração:
  tipo *nome;
- Como atribuir valor ao ponteiro declarado?
  ***nome = valor;**
- Lembrando: Quando usamos uma passagem de parâmetros por referência estamos utilizando ponteiros!!
  - Usamos o operador & para retornar o endereço de memória que está localizado o valor da variável contida no ponteiro.
  - Usamos o operador * para retornar o valor da variável (conteúdo) que está localizada no ponteiro.
- Podem existir ainda ponteiros de ponteiros!
  tipo **nome;

Motivação

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main() {
    int num_elementos, vet[99] , i;
    printf("Digite a quantidade de elementos que deseja: ");
    scanf("%d", &num_elementos);
    for ( i = 0; i < num_elementos; i++){
        printf("\n Digite o elemento da posiÑŃo %d: ", i);
        scanf("%d", &vet[i]);
    }
    return 0;
}
```

- E se o usuário colocar apenas 3 elementos no vetor? Desperdício!
- E se o usuário colocar mais de 100 elementos no vetor? Estouro de memória!

Solução

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
    int num_elementos, i;
    int *vet; //utilizando um ponteiro

    printf("Digite a quantidade de elementos que deseja: ");
    scanf("%d", &num_elementos);

    //Alocando apenas o espa\c{c}o necess\'ario
    vet = (int *) malloc (num_elementos * sizeof(int));
    for ( i = 0; i <  num_elementos; i++){
        printf("\n Digite o elemento da posiÇÑo %d: ", i);
        scanf("%d", &vet[i]);
    }
    return 0;
}
```

- Agora o usuário pode digitar o tamanho do vetor que desejar e não haverá desperdício de memória!
- Mas ainda temos um problema: Sempre que alocamos dinamicamente a memória precisamos obrigatoriamente liberar essa memória.
    - Na alocação estática isso é feito automaticamente.

A função **free()**

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main() {
    int num_elementos, i;
    int *vet; //utilizando um ponteiro

    printf("Digite a quantidade de elementos que deseja: ");
    scanf("%d", &num_elementos);

    //Alocando apenas o espa\c{c}o necess\'ario
    vet = (int *) malloc (num_elementos * sizeof(int));
    for ( i = 0; i <  num_elementos; i++){
        printf("\n Digite o elemento da posiՈŃo %d: ", i);
        scanf("%d", &vet[i]);
    }

   free(vet);

    return 0;

}
```

- Libera a memória alocada.
- Deve ser chamada quando o ponteiro não for mais utilizado.

A função **calloc()**

```
1 tipo *variavel;
2 variavel = (tipo *) calloc (tamanho, sizeof(tipo));
```

- Esta função inicia o espaço alocado com 0.
- No exemplo anterior, a alocação ficaria:
  vet = (int *) calloc (num_elementos, sizeof(int));

A função **realloc()**

```
1 tipo *variavel;
2 variavel = (tipo *) realloc (variavel, tamanho);
```

- Esta função altera o tamanho da memória anteriormente alocado.
- No exemplo anterior, a realocação para um novo_tamanho ficaria:
  vet = (int *) realloc (vet, novo_tamanho);

Alocação dinâmica e Subrotinas

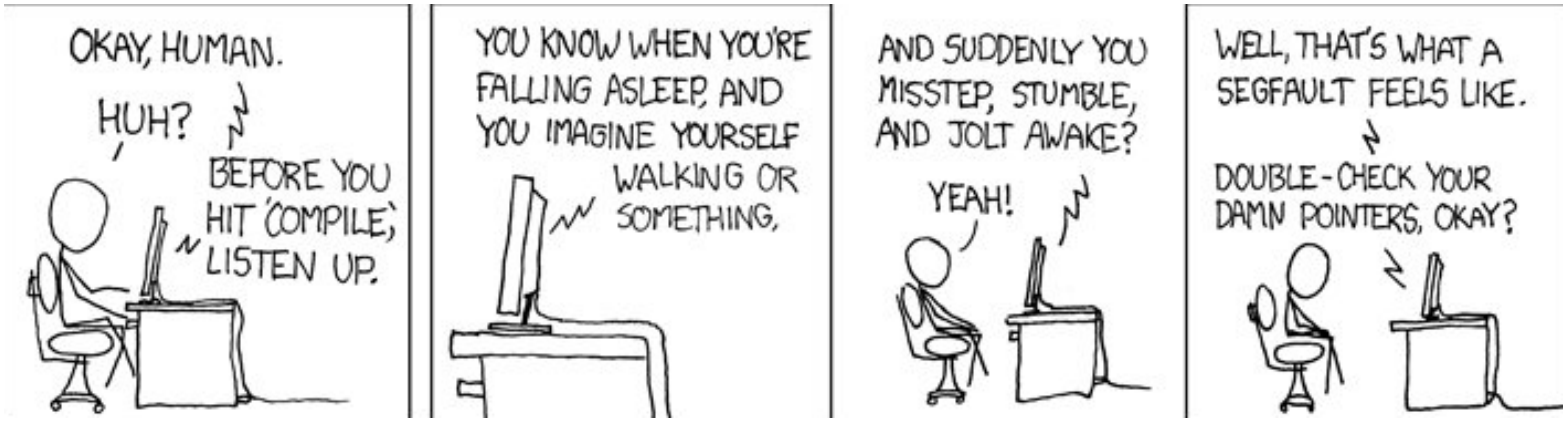
```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

float* alocaVetor(int n){
    float *v;
    v = (float *) malloc (n * sizeof(float));
    return v;
}
void leVetor(float *v, int n){
    int i;
    for (i = 0; i < n; i++)
        scanf("%f", &v[i]);
}

int main(){
    int n;
    float *v;
    printf("\n Digite o numero de elementos do vetor \n");
    scanf("%d", &n);
   v = alocaVetor(n);
    printf("\n Digite seu vetor \n");
    leVetor(v, n);
    free(v);
    return 0;
}
```

- Importante: Não se pode retornar vetores em função, mas pode-se retornar ponteiros!

Resumindo

- A Alocação Dinâmica reduz o desperdício de memória e torna o programa mais portável.
- As funções mais utilizadas: **malloc()**, **calloc()**, **realloc()** e **free()**.

Resumindo


OKAY, HUMAN.
HUH?
BEFORE YOU HIT 'COMPILE', LISTEN UP.
YOU KNOW WHEN YOU'RE FALLING ASLEEP, AND YOU IMAGINE YOURSELF WALKING OR SOMETHING,
AND SUDDENLY YOU MISSTEP, STUMBLE, AND JOLT AWAKE?
YEAH!
WELL, THAT'S WHAT A SEGFAULT FEELS LIKE.
DOUBLE-CHECK YOUR DAMN POINTERS, OKAY?

Estruturas (Structs)

Estruturas em C

- Sintaxe para definir uma estrutura com **n** campos em C:

```
1 struct nome_estrutura {
2     tipo1 identificador1;
3     tipo2 identificador2;
4     ...
5     tipon identificadorn;
6 };
```

Estruturas em C

- Em C, pode-se criar **m** variáveis de uma dada estrutura de duas formas:
  struct nome_estrutura VAR_1, VAR_2,...,VAR_M;
  ou
  typedef nome_estrutura novo_nome_estrutura;
  novo_nome_estrutura VAR_1, VAR_2,...,VAR_M;
- Comando **typedef** é usado para definir um novo nome para a estrutura.

Exemplo

- Exemplo de estrutura que armazenaria a matrícula e o nome de um funcionário.

```
1 //Definição
2 struct funcionario {
3     int matricula;
4     char nome[30];
5 };
6
7 //Declaração
8 struct funcionario f1;
```

Estruturas: Definição e Declaração

- Em geral, a definição de um tipo estrutura deve ficar **fora** do programa (principal) e de qualquer sub-rotina.
- A declaração de uma variável do tipo estrutura deve ficar **dentro** do programa (principal) e/ou **dentro** de qualquer sub-rotina.

Estruturas: Manipulação

- Campos ou membros de uma estrutura podem ser usados da mesma forma como as variáveis.
- Campos são acessados usando o operador de acesso ponto (.) entre o **nome da estrutura** e o **nome do campo**.
- Para modificar um campo de uma estrutura, basta usarmos novamente o operador (.).
  scanf("%d", &f1.matricula);

Exemplo 1: Leitura dos dados da estrutura funcionário

```
1  #include <stdio.h>
2  struct funcionario {
3      int matricula;
4      char nome[30];
5  };
6
7  int main(){
8      struct funcionario f1;
9      scanf("%d", &f1.matricula);
10     gets(f1.nome);
11     puts("Informacoes armazenadas: \n");
12     printf("%d", f1.matricula);
13     puts(f1.nome);
14     return 0;
15 }
```

Exemplo

Exemplo 2: Estrutura para armazenar endereço

```
1  struct est_endereco {
2      char rua[50];
3      int numero;
4      char bairro[20];
5      char cidade[30];
6      char sigla_estado[3];
7      int cep;
8  };
9
10 struct est_endereco end1;
```

Exemplo 3: Estrutura para armazenar endereço (outra maneira)

```
1  typedef struct est_endereco {
2      char rua[50];
3      int numero;
4      char bairro[20];
5      char cidade[30];
6      char sigla_estado[3];
7      int cep;
8  }endereco;
9
10 endereco end1;
```

- typedef: Pode-se utilizar o modificador de tipo na criação da estrutura.
- A estrutura passará a ser referenciada pelo nome que aparece no final da definição.
- A criação de variáveis fica bastante facilitada dessa forma.

Exemplo

Exemplo 4: Definição de uma estrutura onde um de seus campos é outra estrutura (endereço):

```
1 typedef struct est_ficha_pessoal {
2     char nome[50];
3     int telefone;
4     endereco end;
5 }ficha_pessoal;
6
7 ficha_pessoal ficha1, ficha2;
```

- Para acessarmos o campo telefone da variável ficha1 do tipo ficha_pessoal (tipo estrutura), devemos usar a seguinte sintaxe:
  ficha1.telefone = 1234567;
- Para acessar os campos da estrutura interna (end), podemos fazer da seguinte forma:
  ficha1.end.rua = "Rua das Flores";

Exemplo

Exemplo 5: Tipo estrutura possui vetores como um dos seus campos.

```
1 typedef struct est_ficha_pessoal {
2     char nome[50];
3     int telefone;
4     endereco end;
5 }ficha_pessoal;
6
7 ficha_pessoal ficha1, ficha2;
```

- O acesso a estes campos é feito da mesma maneira como acesso direto a um vetor.
  ficha1.nome[1] = 'A';

Exemplo 6: Inicializando uma estrutura

```
1 typedef struct est_ficha_pessoal {
2     char nome[50];
3     int telefone;
4 }ficha_pessoal = {"João das Neves", 1234567};
5
6 ficha_pessoal ficha1;
```

- Desta forma, a variável ficha1 inicializará com os campos preenchidos com "João das Neves"e 1234567.

Atribuição de estruturas

- Uma das vantagens ao utilizarmos estruturas é a possibilidade de copiarmos toda a informação de uma estrutura para outra do mesmo tipo com uma atribuição simples:

```
1 typedef struct coordenadas {
2     int x;
3     int y;
4 }coordenadas;
5
6 coordenadas coord1, coord2;
7 coord1.x = 10;
8 coord1.y = 20;
9 coord2 = coord1;
```

Subrotinas e estruturas

- Como qualquer outra variável, uma variável do tipo estrutura pode ser usada como parâmetro.
- Também, uma variável do tipo estrutura pode ser passada para uma subrotina por referência ou por valor.

Vetores de estruturas

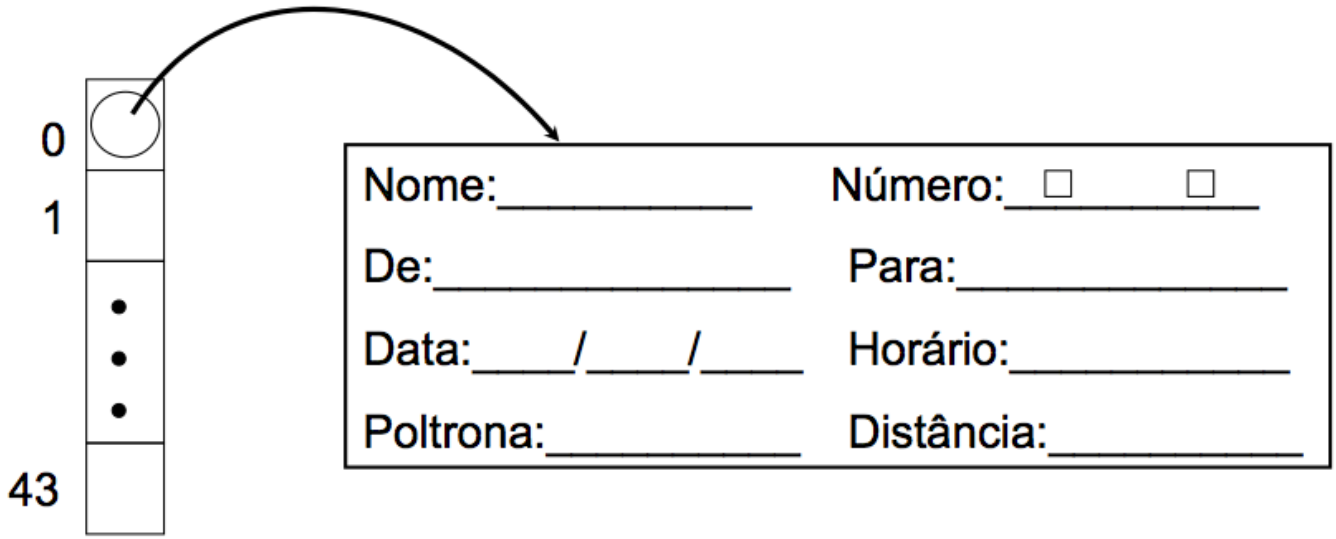
- Pode-se criar vetores de estruturas como se criam vetores de tipos primitivos.
- Até o momento só fizemos menção a uma única instância de estrutura.
- É necessário possuir uma definição da estrutura antes de declarar um vetor de estrutura.

Vetores de estruturas

- Suponha que deseja-se manter um registro de informações relativas a passagens rodoviárias de todos lugares (poltronas) de um ônibus.
- Pode-se utilizar uma estrutura referente a cada poltrona (passagem) e para agrupar todas elas utiliza-se um vetor de estruturas.

Vetores de estruturas

- Um ônibus possui 44 lugares numerados de 0 a 43:



Vetores de estruturas

```
1  typedef struct reg_passagem{
2       char NOME[50];
3       int NUMERO;
4       char ORIGEM[20];
5       char DESTINO[20];
6       char DATA[8];
7       char HORARIO[5];
8       int POLTRONA;
9       float DISTANCIA;
10 }passagem;
11
12 passagem VET_PASSAGEM[44];
```

- Para acessar: VET_PASSAGEM[3].NUMERO = 42;// O campo *número da passagem* da posição 3 recebe 42

Exemplo

Faça um programa que leia o nome e as 4 notas escolares de 8 alunos. Imprima a listagem dos alunos, com suas notas e a média das mesmas.

- Crie um procedimento para leitura, um procedimento para impressão e uma função para o cálculo da média.

Lembrete: fgets (char *, int tamanho, stdin);

Exemplo

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
typedef struct ref_aluno{
    char nome[40];
    float nota[4];
}aluno;
float calculaMedia(float notas[], int n){
    int i;
    float media = 0.0;
    for (i = 0; i < n; i++)
        media += notas[i];
    return media/(float)n;
}
void leVetorAlunos(aluno a[], int n){
    int i, j;
    for (i = 0; i < n; i++){
        printf("Informe o nome do aluno \n");
        gets(a[i].nome);
        printf("Informe as quatro notas \n");
        for (j = 0; j < 4; j++)
            scanf("%f %c", &a[i].nota[j]);
    }
}
```

Exemplo

```c
void imprimeVetorAlunos(aluno a[], int n){
    int i,j;
    printf("\n***Alunos, Notas e Media***\n");
    for (i = 0; i < n; i++){
        printf("\n %20s  ", a[i].nome);
        for (j = 0; j < 4; j++)
            printf("%.2f ", a[i].nota[j]);
        printf("%.2f", calculaMedia(a[i].nota, 4));
    }
}

int main(){
    aluno alunos[8];
    leVetorAlunos(alunos, 8);
    imprimeVetorAlunos(alunos, 8);
    return 0;
}
```

- Para acessar os elementos de um registro através de um ponteiro, devemos primeiro acessar o registro e depois acessar o campo desejado.
- Os parênteses são necessários pois o operador * tem prioridade menor que o operador .

```
1  typedef struct ref_coordenada{
2      float x;
3      float y;
4  }coordenada;
5
6  coordenada *ponto;
7  ponto = (coordenada*) malloc (sizeof(coordenada));
8  (*ponto).x = 4.0;
9  (*ponto).y = 3.4;
10
11 free(ponto);
```

- Para simplificar o acesso aos campos de um registro através de ponteiros, foi criado o operador ->
- Usando este operador acessamos os campos de um registro diretamente através do ponteiro.

```
1  typedef struct ref_coordenada{
2      float x;
3      float y;
4  }coordenada;
5
6  coordenada *ponto;
7  ponto = (coordenada*) malloc (sizeof(coordenada));
8  ponto->x = 4.0;
9  ponto->y = 3.4;
10
11 free(ponto);
```

Para não confundir: Aqui temos UM ponteiro de estrutura

- Podemos também usar alocação dinâmica de vetores de estruturas.
- O acesso a cada elemento irá ocorrer pelo uso do operador .

```
1  typedef struct ref_coordenada{
2      float x;
3      float y;
4  }coordenada;
5
6  coordenada *vet_pontos;
7  vet_pontos  = (coordenada*) malloc (4*sizeof(coordenada));
8  vet_pontos[1].x = 4.0;
9  vet_pontos[1].y = 3.4;
10
11 free(vet_pontos);
```

A variável x da posição 1 do vetor recebe 4.0 e a variável y da mesma posição recebe 3.4.

Alocação dinâmica e Estruturas

- E se elementos da estrutura forem do tipo ponteiro?
- Deve-se alocar e desalocar cada elemento!

```
1  typedef struct ref_coordenadas{
2      float *conjunto;
3  }coordenadas;
4
5  int i;
6  coordenadas *vet_ponto;
7  vet_ponto = (coordenadas*) malloc (4*sizeof(coordenadas));
8
9  for (i = 0; i < 4; i++)
10     vet_ponto[i].conjunto = (float *) malloc (2*sizeof(float));
11
12 for (i = 0; i < 4; i++){
13     vet_ponto[i].conjunto[0] = i;
14    vet_ponto[i].conjunto[1] = 2*i;
15 }
16
17 for (i = 0; i < 4; i++)
18     free(vet_ponto[i].conjunto);
19 free(vet_ponto);
```

Listas

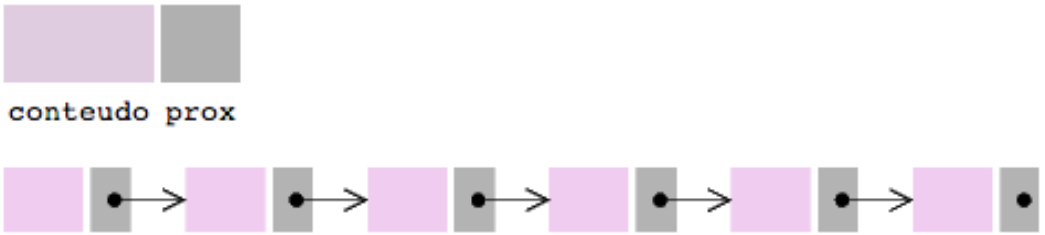
Listas Encadeadas

- Uma lista encadeada é uma representação de uma sequência de objetos na memória do computador.
- Cada elemento da sequência é armazenado em uma célula da lista: o primeiro elemento na primeira célula, o segundo na segunda e assim por diante.
- Listas Encadeadas *x* Vetores: listas são mais flexíveis e mais baratas (computacionalmente).

Listas Encadeadas

Uma **lista encadeada** (*linked list* ou lista ligada) é uma sequência de células; cada célula contém um objeto de algum tipo e o endereço da célula seguinte.

```
1
2 struct cel {
3     int conteudo;
4     struct cel *prox;
5 };
6
7 typedef struct cel lista;
```



Na próxima aula...

Continuação Listas