

MC-202  
Curso de C — Parte 5

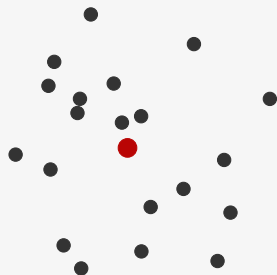
Rafael C. S. Schouery  
rafael@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

2º semestre/2023

# Problema

Como calcular o centroide de um conjunto de pontos?



```
1 #include <stdio.h>
2 #define MAX 100
3
4 struct ponto {
5     double x, y;
6 };
7
8 int main() {
9     struct ponto v[MAX], centro;
10    int i, n;
11    scanf("%d", &n);
12    for (i = 0; i < n; i++)
13        scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
14    centro.x = centro.y = 0;
15    for (i = 0; i < n; i++) {
16        centro.x += v[i].x/n;
17        centro.y += v[i].y/n;
18    }
19    printf("%lf %lf\n", centro.x, centro.y);
20    return 0;
21 }
```

E se tivermos mais do que **MAX** pontos?

# Ponteiros

Toda informação usada pelo programa está em algum lugar

- Toda variável tem um **endereço de memória**
  - cada posição de um vetor também
  - cada membro de um registro também

Um ponteiro é uma variável que armazena um **endereço**

- para um tipo específico de informação
  - **int**, **char**, **double**, structs declaradas, etc.

Exemplos:

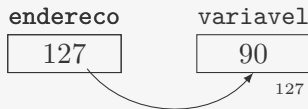
- **int \*p;** declara um ponteiro para **int**
  - seu nome é **p**
  - seu tipo é **int \***
  - armazena um endereço de um **int**
- **double \*q;** declara um ponteiro para **double**
- **char \*c;** declara um ponteiro para **char**
- **struct data \*d;** declara um ponteiro para **struct data**

# Operações com ponteiros

## Operações básicas:

- `&` retorna o endereço de memória de uma variável (ex: `&x`)
  - ou posição de um vetor (ex: `&v[i]`)
  - ou campo de uma struct (ex: `&data.mes`)
  - podemos salvar o endereço em um ponteiro (ex: `p = &x;`)
- `*` acessa o conteúdo no endereço indicado pelo ponteiro
  - `*p` onde `p` é um ponteiro
  - podemos ler (ex: `x = *p;`) ou escrever (ex: `*p = 10;`)

```
1 int *endereco;  
2 int variavel = 90;  
3 endereco = &variavel;  
4 printf("Variavel: %d\n", variavel);  
5 printf("Variavel: %d\n", *endereco);  
6 printf("Endereço: %p\n", endereco);  
7 printf("Endereço: %p\n", &variavel);
```



## O que é um vetor em C?

Em C, se fizermos `int v[100];`

- temos uma variável chamada `v`
- que é, de fato, do tipo `int * const`
  - `const` significa que não podemos fazer `v = &x;`
  - i.e., não podemos mudar o endereço armazenado em `v`
- e que aponta para o primeiro `int` do vetor
  - ou seja, `v == &v[0]`
- de uma região da memória de 100 `int`
  - normalmente 400 bytes
- dizemos que `v` foi alocado estaticamente
  - o compilador fez o trabalho

Podemos alocar vetores dinamicamente

- nós alocamos e nós liberamos a região de memória
- do tamanho que desejarmos

## sizeof, malloc e free

`sizeof` devolve o tamanho em bytes de um tipo dado

- `sizeof(int)` (normalmente) devolve 4
- `sizeof(struct data)` - tamanho da `struct data`
  - é a soma dos tamanhos dos seus membros
  - e possivelmente mais alguns bytes para alinhamento

`malloc` aloca dinamicamente a quantidade de bytes informada

- devolve o endereço inicial da região de memória
  - a região é sempre contígua
- `malloc(sizeof(struct data))` aloca a quantidade de bytes necessária para representar uma `struct data`
- `malloc(10 * sizeof(int))` aloca a quantidade de bytes necessária para representar 10 `ints`

`free` libera uma região de memória alocada dinamicamente

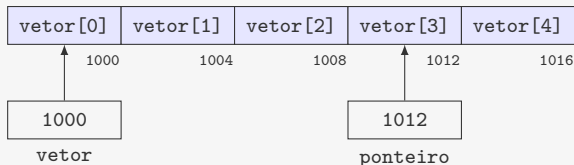
- precisa ser um endereço que foi devolvido por `malloc`
- evita que vazemos memória (*memory leak*)

# Aritmética de ponteiros

Podemos realizar operações aritméticas em ponteiros:

- somar ou subtrair um número inteiro
- também incremento (`++`) e decremento (`--`)
- o compilador considera o tamanho do tipo apontado
- ex: somar `1` em um ponteiro para `int` faz com que o endereço pule `sizeof(int)` bytes

```
1 int vetor[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
2 int *ponteiro;
3 ponteiro = vetor + 2;
4 ponteiro++;
5 printf("%d %d %d", *vetor, *(ponteiro - 1), *ponteiro);
```



# Ponteiros e vetores

Se tivermos um ponteiro `p`, podemos escrever `p[i]`

- como se fosse um vetor
- é o mesmo que escrever `*(p + i)`

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int main() {
5     double media, *notas; /* será usado como um vetor */
6     int i, n;
7     scanf("%d", &n);
8     notas = malloc(n * sizeof(double));
9     if (notas == NULL) {
10        printf("Nao ha memoria suficiente!\n");
11        exit(1);
12    }
13    for (i = 0; i < n; i++)
14        scanf("%lf", &notas[i]);
15    media = 0;
16    for (i = 0; i < n; i++)
17        media += notas[i] / n;
18    printf("Média: %lf\n", media);
19    free(notas);
20    return 0;
21 }
```



# Organização da memória

A memória de um programa é dividida em duas partes:

- **Pilha:** onde são armazenadas as variáveis
  - Em geral, espaço limitado (ex: 8MB)
- **Heap:** onde são armazenados os outros dados
  - Do tamanho da memória RAM disponível

Alocação estática (variáveis):

- O compilador reserva um espaço na pilha
- A variável é acessada por um nome bem definido
- O espaço é liberado quando a função termina

Alocação dinâmica:

- **malloc** reserva um número de bytes no heap
- Devemos guardar o endereço da variável com um ponteiro
- O espaço deve ser liberado usando **free**

# Receita para alocação dinâmica de vetores

- Incluir a biblioteca `stdlib.h`
- Declare o ponteiro com o tipo apropriado
  - ex: `int *v;`
- Aloque a região de memória com `malloc`
  - O tamanho de um tipo pode ser obtido com `sizeof`
  - ex: `v = malloc(n * sizeof(int));`
- Verifique se acabou a memória comparando com `NULL`
  - use a função `exit` para sair do programa
  - ex:

```
1 if (v == NULL) {
2     printf("Nao ha memoria suficiente!\n");
3     exit(1);
4 }
```
- Libere a memória após a utilização com `free`
  - ex: `free(v);`

## Voltando ao centroide

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 struct ponto {
5     double x, y;
6 };
7
8 int main() {
9     struct ponto *v, centro;
10    int i, n;
11    scanf("%d", &n);
12    v = malloc(n * sizeof(struct ponto));
13    if (v == NULL) {
14        printf("Nao ha memoria suficiente!\n");
15        exit(1);
16    }
17    for (i = 0; i < n; i++)
18        scanf("%lf %lf", &v[i].x, &v[i].y);
19    centro.x = centro.y = 0;
20    for (i = 0; i < n; i++) {
21        centro.x += v[i].x/n;
22        centro.y += v[i].y/n;
23    }
24    printf("%lf %lf\n", centro.x, centro.y);
25    free(v);
26    return 0;
27 }
```

# Ponteiros, vetores e funções

## Funções

- não podem devolver vetores
  - não podemos escrever `int [] funcao(...)`
- mas podem devolver ponteiros
  - podemos escrever `int * funcao(...)`

**Nunca** devolva o endereço de uma variável local

- Ela deixará de existir quando a função terminar
- Ou seja, nunca devolva um vetor alocado estaticamente

## Exercício - Alocando vetor

Escreva uma função que dado um `int n`, aloca um vetor de `double` com `n` posições zerado.

```
1 double * aloca_e_zera(int n) {
2     int i;
3     double *v = malloc(n * sizeof(double));
4     for (i = 0; i < n; i++)
5         v[i] = 0.0;
6     return v;
7 }
```

## Exercício - Imprimindo vetores

Queremos fazer uma função que imprime um vetor

- para vetores alocados estaticamente ou dinamicamente

Como vetores são ponteiros, basta receber um ponteiro!

```
1 void imprime(double *v, int n) {  
2     int i;  
3     for (i = 0; i < n; i++)  
4         printf("%lf", v[i]);  
5     printf("\n");  
6 }
```

Alocado dinamicamente

```
1 v = malloc(n * sizeof(double));  
2 ...  
3 imprime(v, n);
```

Alocado estaticamente

```
1 double w[100];  
2 ...  
3 imprime(w, 100);
```

# Ponteiros e Structs

Frequentemente alocamos uma `struct` dinamicamente

- Elas serão o elemento básico de muitas das EDs
- Teremos o ponteiro para uma `struct`
- e precisaremos acessar um dos seus campos...

Imagine que temos um ponteiro `d` do tipo `struct data *`

- acessamos o campo `mes` fazendo `(*d).mes`
  - veja o endereço armazenado em `d`
  - vá para essa posição de memória (onde está o registro)
  - acesse o campo `mes` deste registro
- porém isso é tão comum que temos um atalho: `d->mes`
  - significa exatamente o mesmo que `(*d).mes`
  - é um açúcar sintático do C

## Exercício

- Declare uma `struct` que armazena informações de notas de uma turma. Essa estrutura deve armazenar o número de alunos, as notas das provas e a maior nota.
- Depois faça um programa que leia todos os dados e imprima a maior nota.