Estruturas de Dados

Algoritmos e Programação de Computadores

Guilherme N. Ramos
gnramos@unb.br

2018/1

Representação de Dados

Por que todo programa manipula dados [por definição]?

"*Acerte as estruturas de dados primeiro, e o resto do programa se escreverá sozinho.*"

David Jones

Tipos de dados: númericos, simbólicos e lógicos.

- *O tipo define o que o programa pode fazer com o dado.*

Como representar os dados [na memória] do computador?

Representação de Dados

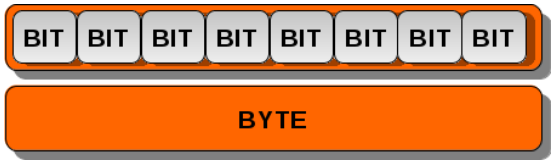
`bit` (*binary digit*)

Representa um estado binário:

"ligado" é representado pelo símbolo 1.

"desligado" é representado pelo símbolo 0.

A memória é um conjunto ordenado de *bits* que podem conter instruções ou dados.



Representação de Dados

Dados *diferentes* podem ser representados por um mesmo [conjunto de] byte[s].

O mesmo [conjunto de] byte[s] pode ser interpretado de formas diferentes.

`10100100111100010111000111010100100101011`

- A representação do dado é uma só: *binária*!
- A interpretação dos bits define a informação.

`0xBF400000`

Sinal e Magnitude -1061158912_{10}

Complemento de 1 -1086324735_{10}

Complemento de 2 -1086324736_{10}

Ponto Flutuante (32) -0.75_{10}

`0x41200000`

Inteiro 1092616192_{10}

Ponto Flutuante (32) 10.0_{10}

ASCII A

Sistemas Numéricos

Bits podem representar números pelo sistema numérico posicional[1]. Por exemplo, 123_{10}:

$$100 + 20 + 3 = 1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$$

O valor depende de cada algarismo (base numérica) e de sua posição, e pode ser facilmente obtido com a seguinte fórmula:

$$a_n a_{n-1} \cdots a_2 a_1 a_0 = a_n \cdot b^n + a_{n-1} \cdot b^{n-1} + \cdots + a_2 \cdot b^2 + a_1 \cdot b^1 + a_0$$

[1] 49 em algarismos romanos?

Sistemas Numéricos

Bases:

Hexadecimal $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$

Decimal $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$

Octal $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

Binária $\{0, 1\}$

$$7B_{16} = 123_{10} = 173_8 = 1111011_2$$

$$75_{10} = (\quad)_2 = (\quad)_8 = (\quad)_{16}$$

Números Reais

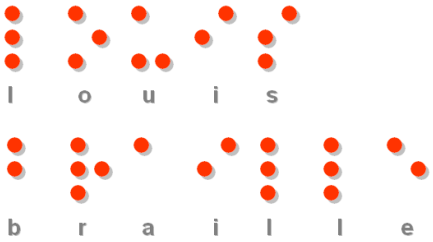
Reais - IEEE 754

$$(-1)^{sinal} \cdot (1 + \text{mantissa}) \cdot 2^{expoente - offset}$$

$$\begin{aligned}
&(-1)^1 \cdot 1,1 \cdot 2^{126-127} \\
&= -1,1 \cdot 2^{-1} \\
&= -0,11 \\
&= -(1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2}) \\
&= -(0,5 + 0,25) \\
&= -0,75
\end{aligned}$$

Símbolos

A *codificação de caracteres* é a associação de bits a símbolos.



Por necessidade de diálogos entre os diferentes computadores, foram criados diversos códigos objetivando a padronização.

Ponteiros

Cada variável declarada ocupa um espaço na memória, conforme seu tipo, e nome da váriável é apenas uma forma "amigável" de lidar com o endereço deste espaço.

← Ponteiro →

Tipo de dado que armazena um *endereço de memória*, possibilitando leitura e escrita deste endereço.

Atenção

Há uma diferença conceitual entre endereço e conteúdo. O endereço indica a localização na memória (onde está armazenado), o conteúdo indica o valor dos bits (o que está armazenado).

Ponteiros

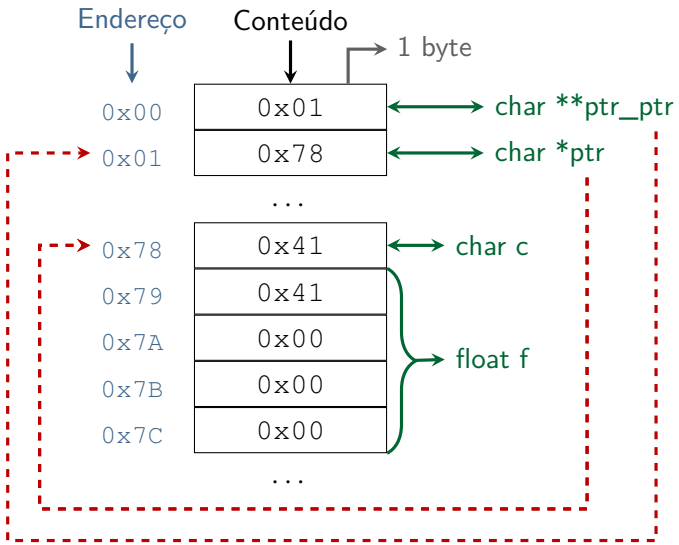
Em linguagem C, um ponteiro é declarado da seguinte forma:

```
tipo* identificador;
```

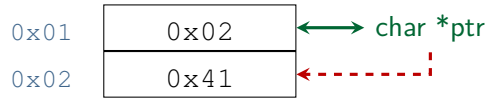
Por exemplo:

```
1 int*   ptr_int;     // ponteiro para inteiro
2 float* ptr_float;   // ponteiro para real
3 char*  ptr_char;    // ponteiro para caractere
4
5 int**  ptr_ptr_int; // ponteiro para (ponteiro para inteiro)
```


Ponteiros



Ponteiros



00-ponteiro.c

```c
char c = 'A';
char* ptr = &c; /* Armazena o endereço de c */

/* O conteúdo de c é: */
printf("   c = %c\n", c);
/* O conteúdo de ptr é: */
printf(" ptr = %p\n", ptr);
/* O conteúdo do endereço apontado por ptr é: */
printf("*ptr = %c\n", *ptr);
/* O endereço de ptr é: */
printf("&ptr = %p\n", &ptr);
```


Ponteiros

```c
int dobra(int x) {
    return 2*x;
}
```

```c
void dobra(int* x) {
    (*x) = 2*(*x);
}
```

```c
void troca(int a, int b) {
    int aux = a;
    a = b;
    b = aux;
} /* ? */
```

```c
void troca(int* a, int* b) {
    int aux = *a;
    *a = *b;
    *b = aux;
}
```


Ponteiros como Argumentos de Funções

A linguagem `Python` usa ponteiros, mas de forma "diferente"...

Os objetos em `Python` são:

imutáveis: `int`, `float`, `str`, ...

mutáveis: `lista`, ...

Ponteiros como Argumentos de Funções

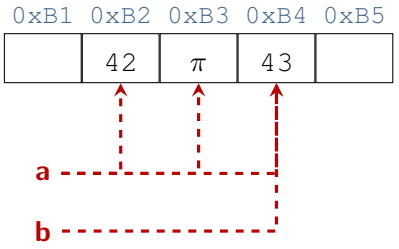
Toda variável em `Python` é uma referência para algum objeto da memória.

É uma forma "diferente" de lidar com a memória, o valor de nome '*a*' não varia a não ser que você o mude explicitamente[2]

[2] *Explícito é melhor que implícito.*

Ponteiros como Argumentos de Funções

O operador = não é de *atribuição*, mas de *referência*.




```
1 a = 42
2 a += 1
3 b = a
4 a = 3.14
```


Vetores

É fácil manipular um dado para resolver um problema:

```
1 z = min(x, y);
```

Mas e ~~2 3~~ *n* problemas?

```
1 z = min(x1, min(x2, min(x3, /* ... */ min(xk,xn)/* ... */)));
```


Vetores

Mostrar 1000 caracteres não seria agradável... Mas suponha eles estão magicamente armazenados sequencialmente, começando em um endereço de memória que você conhece...

```
1 printf("c0=%c\n", c0);
2 printf("c1=%c\n", c1);
3 printf("c2=%c\n", c2);
4 printf("c3=%c\n", c3);
5 /* ... */

997 /* ... */
998 printf("c997=%c\n", c997);
999 printf("c998=%c\n", c998);
1000 printf("c999=%c\n", c999);
```

```
1 for(i = 0; i < n; ++i)
2   printf("c%d=%c\n", i, *(c+i));
```


Vetores

Vetor (`array`)

É um conjunto *finito* e *ordenado*[3] de elementos *homogêneos*.

Quais elementos?

O vetor é um modo particular de organizar dados para facilitar o acesso e manipulação dos dados.

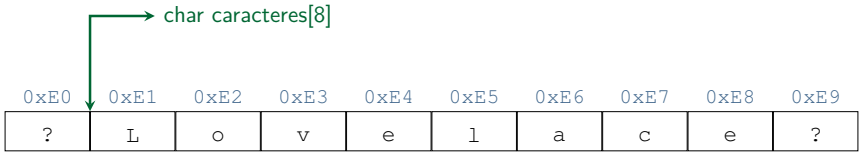
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

[3] Em relação a posição dos elementos.

Vetores

Vetor em C: *endereço do primeiro elemento* e *quantidade de elementos*.

```
1 int    inteiros[1000];
2 float     reais[50];
3 char caracteres[8];
```




```
1 for(i = 0; i < n; ++i)
2   printf("c%d=%c\n",i,*(c+i));
```

```
1 for(i = 0; i < n; ++i)
2   printf("c%d=%c\n",i,c[i]);
```

RAM + indexação ⇒ velocidade

Vetores

Em Python, o termo que descreve um conjunto de elementos é coleção, e a mais simples é a lista. O funcionamento é similar ao de um vetor em C, mas com uma série de facilidades.

```
1 inteiros = [0, 1, 2, 3]
2 reais = [0.0] * 10
3 caracteres = ['L', 'o', 'v', 'e', 'l', 'a', 'c', 'e']
```

```
1 for i in range(len(inteiros)):
2     print(inteiros[i])
```

```
1 for c in caracteres:
2     print(c);
```


Vetores

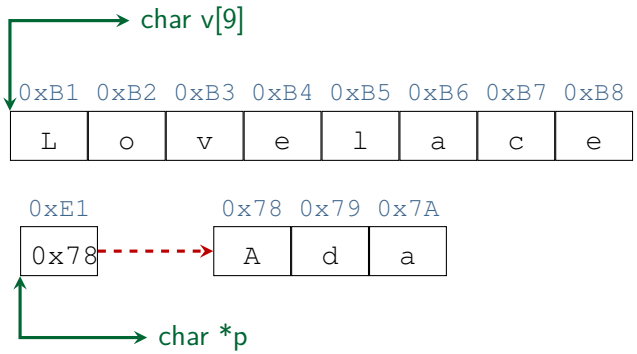
Considerações para vetores:

- *Muito cuidado com os índices utilizados*, use somente $i \in [0, n)$.
- Pode não ser preciso ocupar todas as posições do vetor, usar um vetor maior que o necessário muitas vezes facilita a vida...
- Em linguagem C: *alocação estática de memória*.
- Em linguagem Python: *alocação "dinâmica" de memória*.

Vetores

Linguagem C

Vetores *não são ponteiros*.



Vetores

Linguagem Python

O funcionamento é similar ao de um vetor em C, mas com uma série de facilidades.

```python
numeros = [0, 1, 2, 3]
caracteres = ['0', '1', '2', '3']
outros_numeros = [x for x in range(4, 10)]

len(numeros)              # 4
caracteres.append('a')    # ['0', '1', '2', '3', 'a']
outros_numeros[-1]        # 9
numeros[1:3]              # [1, 2]
```


Strings

Uma *palavra*/*frase* é um conjunto finito e ordenado de letras.

apc_vetor.h

```c
void mostra_n_chars(char* str, int n) {
    int i;
    printf("string = [");
    for(i = 0; i < n; ++i)
        putchar(str[i]);
    printf("]\n");
}
```

Vetor de caracteres, com tamanho fixo?

Cada string tem

1. um inteiro associado a seu tamanho (`04-string.c`); ou
2. um caracter específico que indica o fim do string (`06-string.c`).

Strings

Em linguagem C, usa-se o caracter `'\0'` para determinar o fim do vetor, portanto pode-se ignorar o tamanho do vetor e simplesmente percorrê-lo até encontrar o caractere de término.:

07-string.c

```c
    /* Assume-se que o string termina em '\0'. */
    mostra_ate_char(frase, '\0');
```


Strings

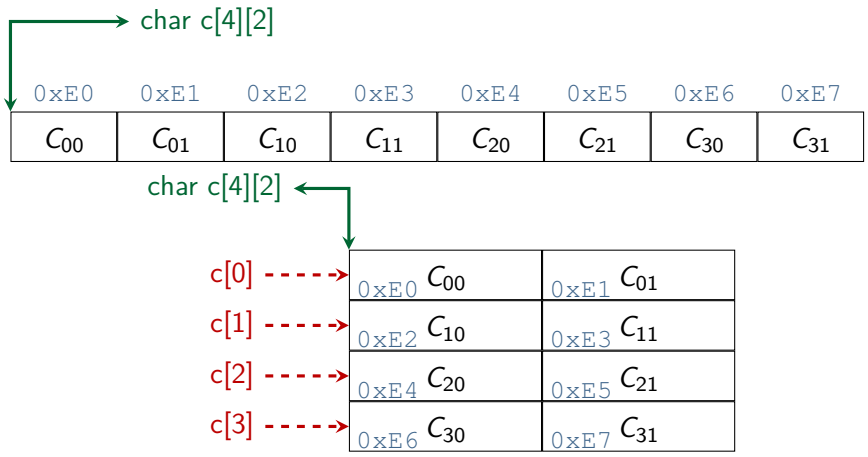
Linguagem Python

Strings (imutáveis) *não são listas* (mutáveis).

```python
nomes = ['Turing', 'Hopper', 'Von Neumann']
alan = 'Turing'

nomes[0]    # 'Turing'
alan[0]     # 'T'

nome[0] = 'Alan'  # ['Alan', 'Hopper', 'Von Neumann']
alan[0] = 't'     # ERRO!

nomes[1:3]  # ['Hopper', 'Von Neumann']
alan[0:2]   # 'Tu'
```

Vetor 2D

Um vetor é um bloco de memória (suficiente para N elementos).



Vetor 2D

"*Grandes poderes trazem grandes responsabilidades.*"

Ben Parker

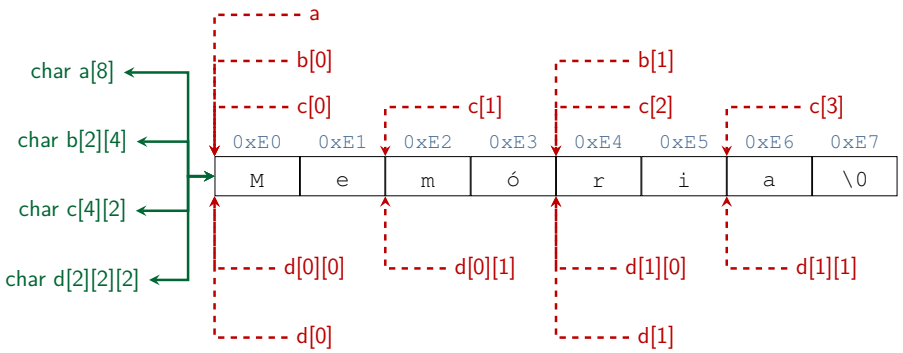
O acesso a blocos de memória com ponteiros é algo extremamente útil se feito com a devida cautela (e sem maldade ou malícia).

12-main.c

```
1 int main(int argc, char* argv[]) {
2     /* A ideia é cumprimentar o usuário... */
3     printf("Boa tarde, %s.\n", argv[1]);
4
5     return 0;
```


Vetores N-dimensionais

Os mesmos princípios que se aplicam a 2, se aplicam a N vetores.



Registros

Registro

Estrutura que armazena diferentes tipos de dados em uma única variável.

```
1  Algoritmo LeFuncionários
2  Definições
3      funcionario : registro (nome, endereço : string;
4                                          sexo : caractere;
5                                        código : inteiro;
6                                       salário : real)
7  Variáveis
8      funcionários : vetor[1000] de funcionario
9  Início
10     /* ... */
11     Para i de 0 a 999 Faça
12         Leia(funcionários[i])
13     FimPara
14     /* ... */
15 Fim
```

Registros

Na linguagem C, o registro é definido pela palavra-chave `struct`, e o acesso a seus componentes pelo identificador e o caractere '`.`'.

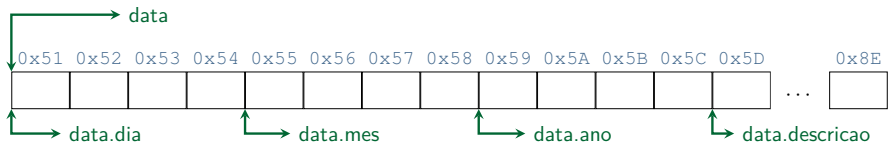
00-data.c

```c
  struct {
    int dia, mes, ano;  /* A "data" em si. */
    char descricao[50]; /* Uma descrição da data. */
  } data;

  printf("Digite a descrição: ");
  scanf("%[^\n]", data.descricao);
  printf("Digite o ano: ");
  scanf("%d", &(data.ano));
  printf("Digite o mês: ");
  scanf("%d", &(data.mes));
  printf("Digite o dia: ");
  scanf("%d", &(data.dia));

```


Registros

00-data.c

```c
  /* Definição da estrutura do registro (identificado como
"data"): */
  struct {
    int dia, mes, ano;  /* A "data" em si. */
    char descricao[50]; /* Uma descrição da data. */
  } data;
```



Registros

03-mp3.c

```c
/**      @file: 03-mp3.c
 *     @author: Guilherme N. Ramos (gnramos@unb.br)
 * @disciplina: Algoritmos e Programação de Computadores
 *
 * Exemplo de uso de registro (ID3v1) para armazenar as
 * informações de um arquivo no formato MP3. Veja mais em:
 * http://en.wikipedia.org/wiki/ID3#ID3v1 */

typedef struct{
   char header[3];
   char titulo[30];
   char artista[30];
   char album[30];
   char ano[4];
   char comentario[30];
   unsigned char genero;
} mp3_ID3v1;
```


Registros

03-mp3.py

```python
class mp3_ID3v1():
        self.header = ''
        self.titulo = ''
        self.artista = ''
        self.album = ''
        self.ano = ''
        self.comentario = ''
        self.genero = ''
```

Binários

O computador trabalhar apenas com bit e bytes, portanto todos os arquivos são conjuntos binários.

A manipulação é extremamente simples, tem-se o endereço do arquivo, basta ler/escrever a quantidade de bytes desejada.

Linguagem C

```c
size_t fread(void *destino, size_t tam, size_t qte, FILE *origem);
size_t fwrite(void *origem, size_t tam, size_t qte, FILE *destino);
```

Linguagem Python

```python
instancia.read(bytes)
instancia.write(bytes)
```


Binários

É muito fácil manipular arquivos binários, mas os procedimentos de leitura não podem ser dissociados dos de escrita (e vice-versa).

Texto

Humanos não se comunicam por bytes...

Linguagem C

```c
int fprintf(FILE *fp, const char *formato, ... );
int fscanf(FILE *fp, const char *formato, ... );
int fputc(int caractere, FILE *fp );
int fgetc(FILE *fp);
int fputs(const char *string, FILE *fp );
char *fgets(char *string, int num_caracteres, FILE *fp );
```

Linguagem Python

```python
f.write(string)
f.read(string)
```


Cor

Um padrão comum de representação de cor é o sistema RGB, em que cada cor é composta pelos três componentes (*Red* - *Green* - *Blue*).

Cada componente tem um valor definido por 1 byte indicando a intensidade: `0xRRGGBB`

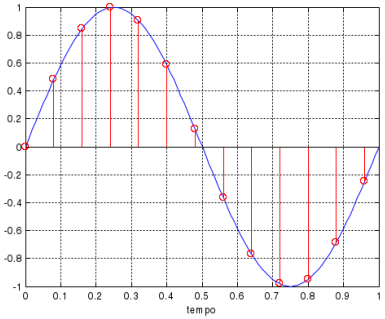
(ausência da cor) `00` $\Leftrightarrow$ `FF` (intensidade máxima)

São, portanto, $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24} = 16,777,216$ cores possíves.

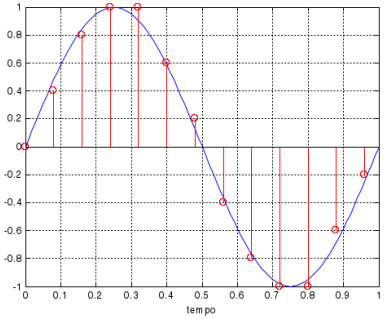
`0xFF0000`	vermelho	`0x000000`	preto
`0x00FF00`	verde	`0xFFFFFF`	branco
`0x0000FF`	azul	`0xFFFF00`	amarelo

Áudio

- 44.1kHz
- 16 bits
- Estéreo (2 canais)



Amostragem



Quantização