

Melhores momentos

AULA 5

Conceitos

Endereços: a memória é um vetor e o **índice desse vetor** onde está uma variável é o **endereço** da variável.

Com o operador **&** obtemos o endereço de uma variável.

Exemplos:

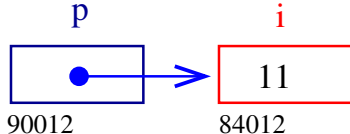
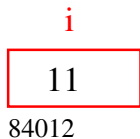
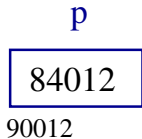
- ▶ **&i** é o endereço de **i**
- ▶ **&ponto** é o endereço da estrutura **ponto**
- ▶ **&v[2]** é o endereço de **v[2]**

Conceitos

Ponteiros: são variáveis que armazenam endereços.

Exemplos:

```
int *p;      /* ponteiro para int */  
char *q;     /* ponteiro para char */  
double *r;   /* ponteiro para double */
```

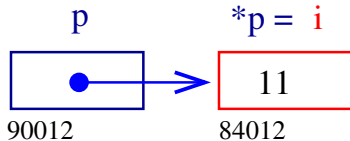
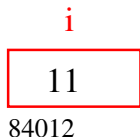
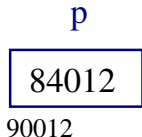


Conceitos

Derreferenciação: Se p aponta para a variável i , então $*p$ é sinônimo de i .

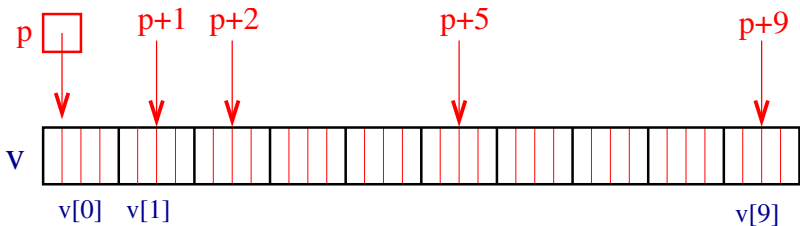
Exemplo:

```
p = &i; /* p aponta para i/  
(*p)++; é o mesmo que i++;
```



Conceitos

Aritmética de ponteiros: se p é um apontador para um `int` e o seu conteúdo é 64542, então $p+1$ é 64546, pois um `int` ocupa 4 bytes (no meu computador...).



Conceitos

Vetores e ponteiros: o nome de um vetor é sinônimo do endereço da posição inicial do vetor.

Exemplo:

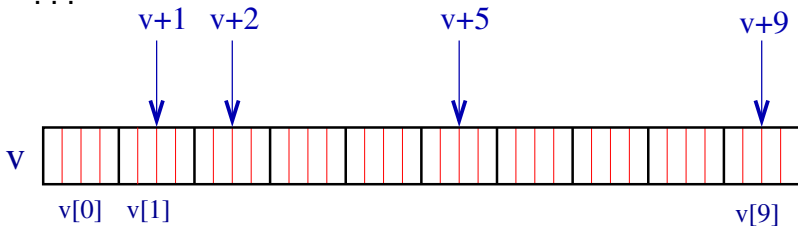
```
int v[10];
```

`v` é sinônimo de `&v[0]`

`v+1` é sinônimo de `&v[1]`

`v+2` é sinônimo de `&v[2]`

...



Conceitos

Vetores e ponteiros: o nome de um vetor é sinônimo do endereço da posição inicial do vetor.

Exemplo:

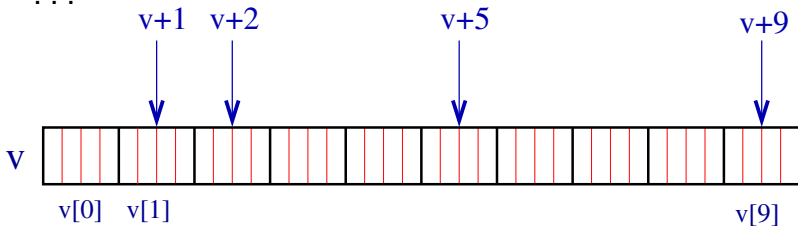
```
int v[10];
```

***v** é sinônimo de **v**[0]

*(**v**+1) é sinônimo de **v**[1]

*(**v**+2) é sinônimo de **v**[2]

...



Vetores como parâmetros

Como **parâmetros formais** de uma função,

```
char s[ ];
```

e

```
char *s;
```

são equivalentes.

O Kernighan e Ritchie **preferem a segunda** pois diz mais explicitamente que a variável é um apontador.

Outro exemplo:

```
int main(int argc, char **argv);
```


AULA 6

Hoje

- ▶ alocação dinâmica de memória
- ▶ listas em vetores
- ▶ listas encadeadas em vetores

Alocação dinâmica de memória

PF Apêndice F

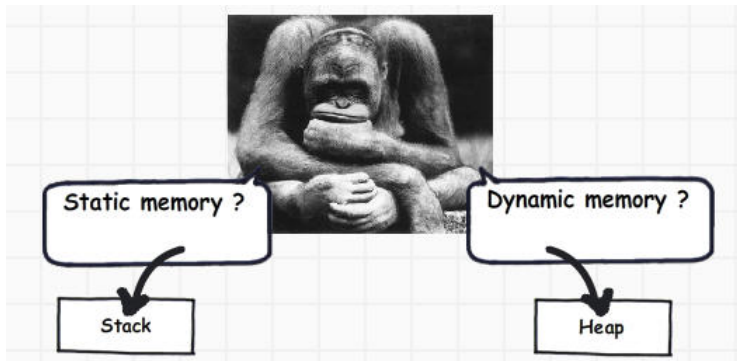
<http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/aloca.html>

The C programming Language

Brian W. Kernighan e Dennis M. Ritchie

Prentice-Hall

Alocação dinâmica



Fonte: <http://www.codeproject.com/>

Alocação dinâmica

Às vezes, a quantidade de memória que o programa necessita só se torna conhecida durante a execução do programa.

Alocação dinâmica

Às vezes, a quantidade de memória que o programa necessita só se torna conhecida **durante a execução do programa.**

Para lidar com essa situação é preciso recorrer à **alocação dinâmica de memória.**

Alocação dinâmica

Às vezes, a quantidade de memória que o programa necessita só se torna conhecida **durante a execução do programa**.

Para lidar com essa situação é preciso recorrer à **alocação dinâmica de memória**.

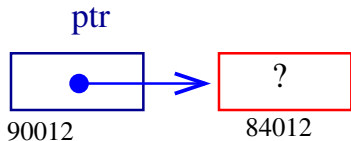
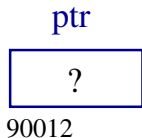
A alocação dinâmica é gerenciada pelas funções `malloc` e `free`, que estão na biblioteca `stdlib`:

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

malloc

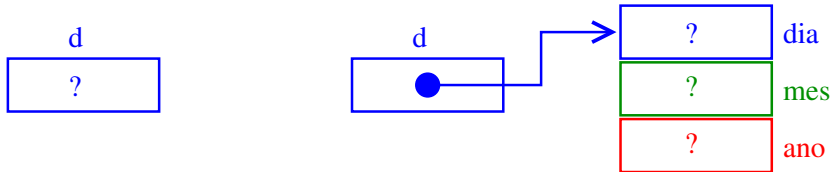
A função `malloc` aloca um bloco de **bytes consecutivos na memória** e **devolve o endereço** desse bloco.

```
char *ptr;  
ptr = malloc(1);  
scanf("%c", ptr);
```



malloc

```
typedef struct {  
    int dia,mes,ano;  
} Data;  
Data *d;  
d = malloc(sizeof(Data));
```



malloc

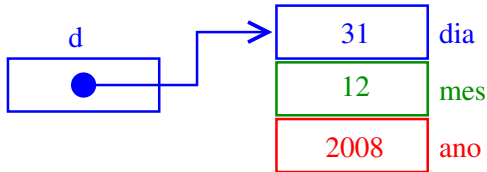
Se `p` é ponteiro para uma estrutura, então

`p->campo-da-estrutura`

é uma abreviatura de

`(*p).campo-da-estrutura`

```
d->dia = 31; d->mes = 12; d->ano = 2008;
```



A memória é finita

Se `malloc` não consegue alocar mais espaço, então retorna `NULL`.

```
ptr = malloc(sizeof(Data));  
if (ptr == NULL) {  
    printf("Socorro! malloc devolveu NULL!\n");  
    exit(EXIT_FAILURE);  
}
```

A memória é finita

É conveniente usarmos a função

```
void *mallocSafe (int nbytes) {
    void *ptr;

    ptr = malloc(nbytes);
    if (ptr == NULL) {
        printf("Socorro! malloc devolveu NULL!\n");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    return ptr;
}
```

free



Fonte: <http://www.zazzle.com.br/>

free

A função `free` libera a memória alocada por `malloc`.

```
free(d);
```

Há pessoas que, por questões de segurança, gostam de atribuir `NULL` a um ponteiro depois da liberação de memória.

```
free(d);  
d = NULL;
```

Vetores dinâmicos

```
int *v; int i, n;

printf("Digite o tamanho do vetor: ");
scanf("%d", &n);

v = mallocSafe(n*sizeof(int));

for (i = 0; i < n; i++)
    *(v+i) = i;    /* v[i] = i; */

for (i = 0; i < n; i++)
    printf("end. v[%d] = %p cont v[%d] = %d\n",
          i, (void*)(v+i), i, v[i]);

free(v);
```

Matrizes dinâmicas

Matrizes bidimensionais são implementadas como vetores de vetores.

```
int **a;
int i;
a = mallocSafe(m * sizeof(int*));
for (i = 0; i < m; ++i)
    a[i] = mallocSafe(n * sizeof(int));
```

O elemento de `a` que está na linha `i` e coluna `j` é `a[i][j]`.

Matrizes dinâmicas



a

m = 6

n = 7

a[2][3] == 7

		0	1	2	3	4	5	6	
0	•	⇒	0	0	1	1	1	0	8
1	•	⇒	5	0	3	0	0	0	0
2	•	⇒	0	1	0	7	3	0	0
3	•	⇒	6	0	2	0	1	1	8
4	•	⇒	0	1	6	0	0	1	1
5	•	⇒	4	1	0	0	0	12	1

Liberação de memória de matrizes

Para **liberarmos a memória** alocada dinamicamente para uma matriz, devemos seguir os passos inversos aos da alocação, trocando `mallocSafe` por `free`.

Liberação de memória de matrizes

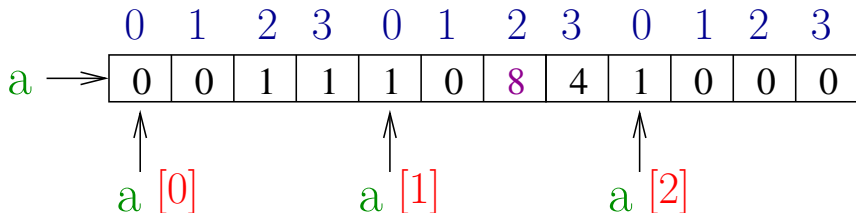
Para **liberarmos a memória** alocada dinamicamente para uma matriz, devemos seguir os passos inversos aos da alocação, trocando `mallocSafe` por `free`.

```
void freeMatrizInt(int **a, int m) {
    int i;
    for (i = 0; i < m; i++){
        free(a[i]);    /* libera a linha i */
        a[i] = NULL;
    }
    free(a);    /* libera vetor de ponteiros */
    a = NULL;
}
```

Matrices automáticas

```
int a[3][4];
```

$a[1][2] == 8$



Passagem de parâmetros

Suponha que temos os protótipos de funções

```
void f(int **m);  
int g(int m[][64]);
```

e as declarações

```
int **a;  
int m[16][64];
```

Passagem de parâmetros

Suponha que temos os protótipos de funções

```
void f(int **m);  
int g(int m[][64]);
```

e as declarações

```
int **a;  
int m[16][64];
```

então temos que

```
f(a);           /* ok */  
i = g(a);      /* erro */  
i = g(m);      /* ok */  
f(m);          /* erro */
```

Listas em vetores

PF 3

<http://www.ime.usp.br/~pf/algoritmos/aulas/lista.html>

Lista de nomes em ordem alfabética

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Joao
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 8$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Joao
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 8$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 7$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 7$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	
6	Rui
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 7$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	
7	Sergio
8	
9	
10	

$n = 7$

Remove Joao

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	
8	
9	
10	

$n = 7$

Busca em um vetor

A função **recebe** x , $n \geq 0$ e v e **devolve** um índice k em $0..n-1$ tal que $x == v[k]$.

Se tal k não existe, **devolve** -1 .

```
int busca(int x, int n, int v[]) {
```

Busca em um vetor

A função recebe x , $n \geq 0$ e v e devolve um índice k em $0..n-1$ tal que $x == v[k]$.

Se tal k não existe, devolve -1 .

```
int busca(int x, int n, int v[]) {  
    int k;  
    k = n-1;  
    while (k >= 0 && v[k] != x) k--;  
    return k;  
}
```


Busca recursiva em vetor

A função **recebe** x , $n \geq 0$ e v e **devolve** um índice k em $0..n-1$ tal que $x == v[k]$.
Se tal k não existe, **devolve** -1 .

```
int buscaR(int x, int n, int v[]) {
```

Busca recursiva em vetor

A função recebe x , $n \geq 0$ e v e devolve um índice k em $0..n-1$ tal que $x == v[k]$.
Se tal k não existe, devolve -1 .

```
int buscaR(int x, int n, int v[]) {  
    if (n == 0) return -1;
```

Busca recursiva em vetor

A função recebe x , $n \geq 0$ e v e devolve um índice k em $0..n-1$ tal que $x == v[k]$.
Se tal k não existe, devolve -1 .

```
int buscaR(int x, int n, int v[]) {  
    if (n == 0) return -1;  
    if (x == v[n-1]) return n-1;  
    return buscaR(x, n-1, v);  
}
```

Conclusões

No **pior caso** o consumo de tempo da função **busca** é proporcional a **n** .

Conclusões

No **pior caso** o consumo de tempo da função **busca** é proporcional a **n**.

O **consumo de tempo** da função **busca** é $O(n)$.

$O(n)$ = “é da ordem de **n**”

Remoção em vetor

Esta função recebe $0 \leq k < n$ e remove o elemento $v[k]$ do vetor $v[0..n-1]$.

A função devolve o novo valor de n .

```
int remove(int k, int n, int v[]) {
```

Remoção em vetor

Esta função recebe $0 \leq k < n$ e remove o elemento $v[k]$ do vetor $v[0..n-1]$.

A função devolve o novo valor de n .

```
int remove(int k, int n, int v[]) {  
    int j;  
    for (j = k+1; j < n; j++)  
        v[j-1] = v[j];  
    return n-1;  
}
```

Remoção recursiva

A função **recebe** $0 \leq k < n$ e **remove** o elemento $v[k]$ do vetor $v[0..n-1]$.

A função **devolve** o novo valor de n .

```
int removeR(int k, int n, int v[]) {
```


Remoção recursiva

A função **recebe** $0 \leq k < n$ e **remove** o elemento $v[k]$ do vetor $v[0..n-1]$.

A função **devolve** o novo valor de n .

```
int removeR(int k, int n, int v[]) {  
    if (k == n-1) return n-1;
```

Remoção recursiva

A função **recebe** $0 \leq k < n$ e **remove** o elemento $v[k]$ do vetor $v[0..n-1]$.

A função **devolve** o novo valor de n .

```
int removeR(int k, int n, int v[]) {  
    if (k == n-1) return n-1;  
    v[k] = v[k+1];  
    return removeR(k+1, n, v);  
}
```

Conclusões

No **pior caso** o consumo de tempo da função **remove** é proporcional a **n**.

O **consumo de tempo** da função **remove** é $O(n)$.

$O(n)$ = “é da ordem de **n**”

Inserir Walter

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	
8	
9	
10	

$n = 7$

Inserir Walter

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	Walter
8	
9	
10	

$n = 8$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	Walter
8	
9	
10	

$n = 8$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	Walter
8	
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	Sergio
7	
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	Rui
6	
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	Maria
5	
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	Luiz
4	
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	Helio
3	
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	Eduardo
2	
3	Helio
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Carlos
1	
2	Eduardo
3	Helio
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	
1	Carlos
2	Eduardo
3	Helio
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserir Ana

0	Ana
1	Carlos
2	Eduardo
3	Helio
4	Luiz
5	Maria
6	Rui
7	Sergio
8	Walter
9	
10	

$n = 9$

Inserção em um vetor

Esta função `insere x` entre `v[k-1]` e `v[k]` no vetor `v[0..n-1]`. Ela supõe apenas que $0 \leq k \leq n$.

A função devolve o novo valor de `n`.

Exercício para casa!

Conclusões

Manter uma **lista** em um vetor sujeita a **remoções** e **inserções** pode dar muito trabalho com **movimentações**.

Veremos uma maneira alternativa que pode dar **menos trabalho** com **movimentações**, se estivermos dispostos a gastar um pouco **mais de espaço**.

Listas encadeadas em vetores

0	Carlos	1
1	Eduardo	2
2	Helio	3
3	Joao	4
4	Luiz	5
5	Maria	6
6	Rui	7
7	Sergio	-1
8		9
9		10
10		-1

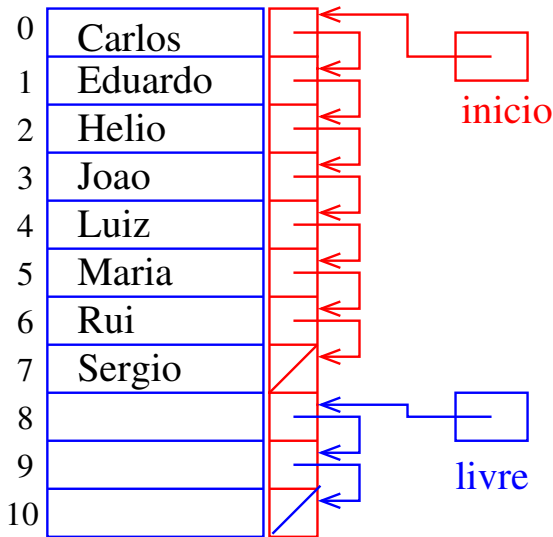
0

inicio

8

livre

Listas encadeadas em vetores



Estrutura de uma lista encadeada em vetor

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

```
struct celula {
    int conteudo;
    int prox;
};
typedef struct celula Celula;
Celula v[MAX];
int inicio;
int livre;
```

Imprime conteúdo de uma lista

Esta função recebe o índice início de uma lista encadeada em um vetor e imprime os elementos da lista.

```
# define NULO -1
void imprime(int inicio, Celula v[]) {
    int p;
    for (p = inicio; p != NULO; p = v[p].prox)
        printf("%d ", v[p].conteudo);
    printf("\n");
}
```