Linguagem de Programação

Apontadores

Versão: 0.3

Data: setembro de 2023

Autor

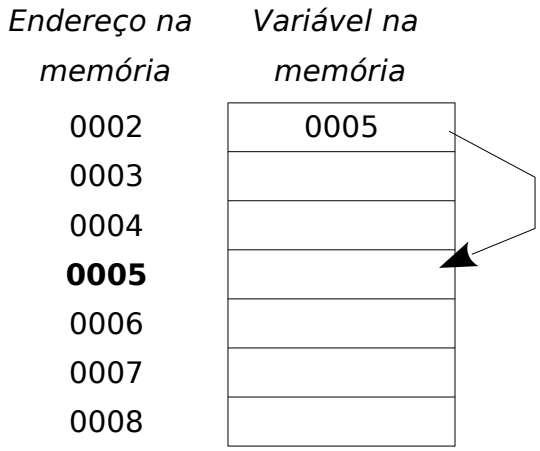
Oclair Prado

1. Apontadores ou Ponteiros

O correto entendimento e uso de apontadores é crítico para uma programação bem-sucedida em C.

Ponteiros são um dos aspectos mais fortes e mais perigosos de C.

Um ponteiro é uma variável que contém um endereço de memória. Esse endereço é normalmente a posição de uma outra variável na memória. Um apontador aponta para uma outra variável.



Uma declaração de ponteiro consiste no tipo de base, um * e o nome da variável.

A forma geral para declarar uma variável é

```
tipo *nome
```

Tecnicamente, qualquer tipo de ponteiro pode apontar para qualquer lugar na memória. Porém, toda a aritmética de ponteiros é feita por meio do tipo base, assim, é importante declarar o ponteiro corretamente.

2. Operadores de Ponteiros

Existem dois operadores especiais para ponteiros: ***** e **&**.

O **&** é um operador unário que devolve o endereço na memória do seu operando. Por exemplo:

```
m = &count;
```

`m` recebe o endereço na memória que contém a variável `count`. O endereço não tem relação alguma com o valor de count. O operador **`&`** pode ser imaginado como retornando **"o endereço de"**. Assim, o comando de atribuição anterior significa **"`m` recebe o endereço de `count`"**.

O segundo operador de ponteiro é o *. Ele é um operador unário que devolve o valor da variável que o segue. Por exemplo:

```
q = *m;
```

`q` recebe o valor da área de memória apontada por `m`. Imaginando que `count` contenha o valor 5, então `q` recebeu o valor 5.

O operador ***** pode ser imaginado como **"no endereço"**. O exemplo anterior pode ser lido como: **q** recebe o valor que está **no endereço m**.

Exemplo errado:

```
#include <stdio.h>
int main(void){
      float x, y;
      int *p;
      p = &x
      y = *p //Só 2 bytes são transferidos e não os 8 do tipo float.
}
```

Exemplo correto:

```
#include <stdio.h>
int main(void){
      float x, y;
      float *p;
      p = &x
      y = *p //Agora todos os bytes serão transferidos.
}
```

Exercícios:

Exercício exPont1: Elabore um programa que leia um valor inteiro do teclado e depois atribua o endereço desta variável a um apontador. Ao final do processamento imprima o valor lido usando o apontador e não a variável com a função printf().

```
#include <stdio.h>
int main(void){
   int i;
   int *p;
   printf("Digite um numero inteiro: ");
   scanf("%d", &i);
   p = &i;
   printf("Foi digitado %d\n", *p);
   exit(0);
}
```

3. Aritmética de Ponteiros

Exitem apenas duas operações que podem ser usadas com ponteiros:

adição e subtração

Se `p` for um ponteiro para inteiro contendo o endereço `2000`, então após **`p++`** ele passa a conter o endereço `2002`, ou seja, ele aponta para o próximo inteiro.

O mesmo raciocínio vale para decremento.

Exemplo: Neste exemplo está sendo considerado que os valores inteiros ocupam 2 bytes da memória.

```
...
int v[5];
int *p;
...//Carga do vetor
p = v;
p++
...
```

A figura a seguir representa a região da memória do vetor v que foi declarado com 5 posições de inteiros.

Endereço na memória	*Variável na memória*
0010	54
0012	375
0014	2
0016	65
0018	7

Como o apontador `p` foi declarado como inteiro, após a instrução **`p++`** ele contém o endereço 0012, ou seja, ele aponta para a segunda posição do vetor que por sua vez contém o valor 375.

Este resultado se aplica a qualquer tipo de variáveis mesmo para as estruturas complexas definidas pelo usuário com a instrução `struct`.

Exercícios:

Exercício exPont2: Elabore um programa que leia um vetor de 5 inteiros do teclado e depois o imprima com a ajuda de um apontador para percorrer todas as suas posições.

```
#include <stdio.h>
int main(void){
   register int i;
   int v[5];
   int *p;
   for(i = 0; i < 5; i++){
      printf("Digite o %d valor do vetor: ", i);
      scanf("%d", &v[i]);
   }
   p = v;
   for(i = 0; i < 5; i++){
      printf("O %d valor do vetor= %d\n", i, *p);
      p++;
   }
   exit(0);
}
```

4. Ponteiros e Matrizes

Existe uma estreita relação entre ponteiros e matrizes.

Considere o fragmento de programa a seguir:

```
...
char str[80], *p;
p = str;  //equivalente a p = &str[0]
...
```

Aqui, `p` recebeu o endereço do prieiro elemento da matriz `str`. Para acessar o quinto elemento de `str`, pode ser usado

`str[4]` ou `*(p+4)`

Acessar a memória usando aritmética de ponteiros é geralmente mais rápido do que indexação de matrizes.

Nos exemplos e exercícios a seguir serão usadas as seguintes funções da biblioteca string.h: strlen(), strcpy(), strncpy e memset();

Exemplo: Elabore um programa que leia uma palavra do teclado e a imprima a partir de sua terceira letra.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
```

```
int main(void){
   register int i;
   char str[80], *p;
   printf("Digite uma palavra de pelo menos 3 letras: ");
   scanf("%s", str); //equivalente a scanf("%s", &str[0]);
   if(strlen(str) < 3){
      printf("A palavra deve ter pelo pelo menos 3 letras.\n");
      return(0);
   }
   p = str;
   printf("%s\n", (p+2));
   exit(0);
}
```

Exercícios:

Exercício exPont4: Elabore um programa que leia uma palavra de pelo menos 5 letras do teclado e imprima somente sua segunda, terceira e quarta letras.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main(void){
   register int i;
   char str1[80], str2[80], *p;
   memset(str2, 0, 80 * sizeof(char));
   printf("Digite uma palavra de pelo menos 5 letras: ");
   scanf("%s", str1); //equivalente a scanf("%s", &str1[0]);
   if(strlen(str1) < 5){
      printf("A palavra deve ter pelo pelo menos 5 letras.\n");
      return(0);
   }
   p = &str1[1];
   strncpy(str2, p, 3);
   printf("%s\n", str2);
   exit(0);
}
```

5. Alocação dinâmica de memória

Ponteiros fornecem o suporte necessário para o poderoso sistema de alocação dinâmica de C.

O coração do sistema de alocação dinâmica de C consiste nas funções **`malloc()`** e **`free()`** da biblioteca **stdlib.h**. Na verdade, estas são as duas mais importantes. Existem diversas outras funções de alocação dinâmica de memória em C.

O protótipo da função `malloc()` é:

```
void *malloc(size_t número_de_bytes);
```

Ela devolve um ponteiro do tipo void, isto significa que ela pode ser usada com qualquer tipo de ponteiro. Em caso de falha ela devolve um nulo.

Exemplo:

```
...
char *p;
p = malloc(10 * sizeof(char));
...
```

O fragmento de código anterior é equivalente a:

```
...
char *p = "          ";
...
```

Como a memória é finita, deve-se sempre testar o resultado de malloc().

Corrigindo o exemplo anterior temos:

```
...
char *p;
if(!(p=malloc(10 * sizeof(char)))){
   printf("Sem memoria!\n");
   exit(1);
}
...
```

Como boa prática de programação devemos sempre limpar a área de memória alocada.

Reaproveitando o exemplo anterior temos:

```
...
char *p;
```

```
if(!(p=malloc(10 * sizeof(char)))){
   printf("Sem memoria!\n");
   exit(1);
}
memset(p, 0, 10 * sizeof(char));
...
```

O fragmento de código anterior é equivalente a:

```
...
char *p = "0000000000";
...
```

A função `free()` é o oposto de `malloc()`. Ela devolve para o sistema a memória que estava alocada.

O protótipo da função `free()` é:

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

Onde p é um ponteiro para uma área de memória alocada anteriormente com a função `malloc()`. Um argumento errado para `free()` pode **destruir** toda a lista de memória livre.

Exemplo:

```
...
char *p;
if(!(p=malloc(10 * sizeof(char)))){
   printf("Sem memoria!\n");
   exit(1);
}
memset(p, 0, 10 * sizeof(char));
...
free(p);
...
```

Exercício exPont5: Elabore um programa para criar duas variáveis usando apontadores do tipo inteiro. Solicite seus valores ao usuário e em seguida imprima seu conteúdo. Ao final do processamento libere a memória que você alocou.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(main){
```

```
    int *p1, *p2;
    if(!(p1 = malloc(sizeof(int)))){
       printf("Sem memoria para p1!\n");
       exit(1);
    }
    memset(p1, 0, sizeof(char));
    if(!(p2 = malloc(sizeof(int)))){
       printf("Sem memoria para p2!\n");
       exit(1);
    }
    memset(p2, 0, sizeof(char));
    printf("Digite o 1o. numero: ");
    scanf("%d", p1);
    printf("Digite o 2o. numero: ");
    scanf("%d", p2);
    printf("O 1o. numero= %d.\n", *p1);
    printf("O 2o. numero= %d.\n", *p2);
    free(p1);
    free(p2);
    return(0);
}
```