Modularização

Programação de Computadores 1 - Ciência da Computação

Prof. Daniel Saad Nogueira Nunes

INSTITUTO FEDERAL
Brasília
Campus Taguatinga

Sumário

Introdução

- Conforme sistemas vão ficando mais complexos e maiores, é interessante dividir este sistema em módulos, sendo cada módulo composto por diversas funções.
- Nesta divisão, cada módulo é responsável por uma determinada tarefa e pode conter diversos arquivos.
- Os módulos devem exportar uma espécie de "contrato" para os demais módulos, de modo que eles possam conversar entre si para prover a funcionalidade do sistema como um todo.

Introdução

- O "contrato" de um módulo define as funcionalidades que são providas por ele.
- Para que outro módulo utilize as funcionalidades deste primeiro módulo, ele não precisa saber como o contrato foi implementado, apenas a interface, isto é, como utilizar as funcionalidades providas.

Introdução

- Essa segmentação do sistema em módulos é conhecida como **modularização** e possui como uma das suas vantagens o aumento da capacidade de desenvolvimento.
- Equipes diferentes podem trabalhar em concomitância em módulos diferentes, desde que o contrato, a interface entre módulos, esteja bem definida.

Introdução

- Esta noção de utilizar um módulo como caixa preta para criar programas já é conhecida por vocês.
- Utilizamos desde o ínicio a biblioteca `stdio.h`, que possibilita leitura e escrita formatada sem conhecer as implementações de fato das funções `scanf` e `printf`.
- Estudaremos agora como modularizar códigos em `C`.

Sumário

Modularização

- Para iniciar o nosso estudo em modularização, partiremos de um exemplo simples.
- Uma aplicação que envolve vetores.
- Nesta aplicação deverá ser possível:
  - Leitura de vetores.
  - Escrita de vetores
  - Operações sobre vetores: soma, subtração e produto escalar.
- Cada um destes pontos será um módulo em nosso sistema.
- Para simplificar, vamos assumir que os vetores tem o tipo `int`.

Modularização

- Partindo desta divisão, teremos dois tipos de arquivos em cada módulo: os arquivos cabeçalho e os arquivos de implementação.
- Os arquivos cabeçalho (`.h`) contém as assinaturas de funções e as definições importantes que devem ser exportados aos outros módulos. Eles compõem a interface dos módulos.
- Os arquivos de implementação (`.c`), como o nome sugere, implementam as funcionalidades dos módulos.

Sumário

Arquivos Cabeçalho

- Vamos aos arquivos cabeçalhos.
- Eles conterão as funcionalidades exportadas por cada módulo.
- Teremos os arquivos `leitura.h`, `escrita.h` e `operacao.h`.

Arquivos Cabeçalho: Leitura

```
1  #ifndef LEITURA_H
2  #define LEITURA_H
3
4  void le_vetor(int vetor[],int n);
5
6  #endif
```

Arquivos Cabeçalho: Escrita

```
1  #ifndef ESCRITA_H
2  #define ESCRITA_H
3
4  void escreve_vetor(int vetor[],int n);
5
6  #endif
```

Arquivos Cabeçalho: Operação

```
1  #ifndef OPERACAO_H
2  #define OPERACAO_H
3
4
5  void soma_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n);
6  void subtrai_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n);
7  int produto_escalar(int vetor_1[],int vetor_2[], int n);
8
9  #endif
```

Arquivos Cabeçalho

- Caso um módulo deseje utilizar as funcionalidades de outro módulo, basta incluir a interface desse para ter acesso às funcionalidades.
- `#include "nome_do_modulo.h"`
- Para evitar que as mesmas definições sejam incluídas múltiplas vezes por outros módulos, os arquivos cabeçalhos devem incluir uma guarda especial com a seguinte estrutura:

```
#ifndef NOME_DO_MODULO_H
#define NOME_DO_MODULO_H

/** definições e protótipos **/

#endif
```

Arquivos Cabeçalho

- Esta guarda define uma macro da primeira vez que o arquivo incluído.
- Como a macro fica definida, a próxima vez que o arquivo for incluído, as definições não serão incluídas novamente, pois o `#ifndef NOME_DA_MACRO` irá avaliar como falso.

Arquivos Cabeçalho

- Como visto, os arquivos cabeçalho possuem as definições exportadas por cada módulo.
- É missão dos arquivos de implementação de cada módulo, implementar estas definições.

Sumário

Arquivos de implementação

- Os arquivos de implementação será responsáveis por implementar as funcionalidades descritas pela interface.
- Teremos os arquivos `leitura.c`, `escrita.c` e `operacao.c`.
- Eles devem incluir as definições dos arquivos cabeçalhos e implementá-las.

Arquivos Implementação: Leitura

```c
#include <stdio.h>
#include "leitura.h"

void le_vetor(int vetor[],int n){
        int i;
        for(i=0;i<n;i++){
                printf("vetor[%d] = ",i);
                scanf("%d",&vetor[i]);
        }
}
```

Arquivos Implementação: Escrita

```c
#include <stdio.h>
#include "escrita.h"

void escreve_vetor(int vetor[], int n){
        int i;
        for(i=0;i<n;i++){
                printf("V[%d] = %d\n",i,vetor[i]);
        }
}
```

Arquivos Implementação: Operação

```c
#include "operacao.h"

void soma_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n){
        int i=0;
        for(i=0;i<n;i++){
                vetor_resultado[i] = vetor_1[i] + vetor_2[i];
        }
}
void subtrai_vetores(int vetor_1[],int vetor_2[],int vetor_resultado[], int n){
        int i=0;
        for(i=0;i<n;i++){
                vetor_resultado[i] = vetor_1[i] - vetor_2[i];
        }
}
int produto_escalar(int vetor_1[],int vetor_2[], int n){
        int i=0;
        int soma=0;
        for(i=0;i<n;i++){
                soma += vetor_1[i] * vetor_2[i];
        }
        return soma;
}
```

Sumário

Função Main

- Qualquer sistema em `C` precisa ter um arquivo com a função `main`, caso contrário, não será possível criar o arquivo executável.

Função Main

```c
#include <stdio.h>
#include "leitura.h"
#include "escrita.h"
#include "operacao.h"

#define MAX 100

int main(void){
        int vetor_1[MAX];
        int vetor_2[MAX];
        int vetor_soma[MAX];
        int vetor_subtracao[MAX];
        int prod_escalar;
        int n;
        printf("Digite o tamanho dos vetores (<=100): ");
        scanf("%d",&n);

        printf("Leitura do vetor 1.\n");
        le_vetor(vetor_1,n);
        printf("Leitura do vetor 2.\n");
        le_vetor(vetor_2,n);
```

Função Main

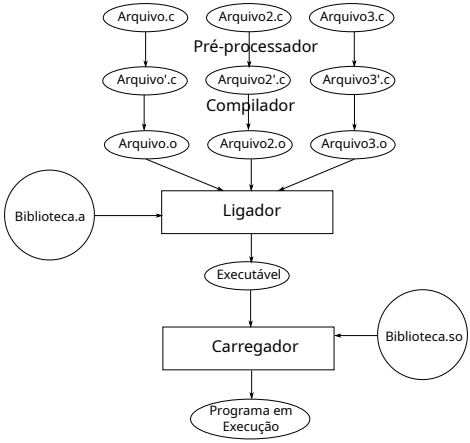
```
22
23          /* Calcula soma de vetores */
24          soma_vetores(vetor_1,vetor_2,vetor_soma,n);
25
26          /* Calcula subtração de vetores*/
27          subtrai_vetores(vetor_1,vetor_2,vetor_subtracao,n);
28
29          /* Calcula o produto escalar*/
30          prod_escalar = produto_escalar(vetor_1,vetor_2,n);
31
32          printf("Imprimindo resultado da soma dos vetores.\n");
33          escreve_vetor(vetor_soma,n);
34
35          printf("Imprimindo resultado da subtração dos vetores.\n");
36          escreve_vetor(vetor_subtracao,n);
37
38          printf("Produto escalar = %d.\n",prod_escalar);
39
40          return 0;
41
42  }
```

Sumário

Compilação

- Para entender como combinar todos os arquivos, é necessário entender que existem diversas fases em `C`.
- Pré-processador: expande as macros e processa as as diretivas de `#include`, `#define`, `#ifdef`...
- Compilador (*compiler*): traduz o código fonte para código objeto.
- Ligador (*linker*): combina diversos arquivos objetos e bibliotecas estáticas para gerar um executável.
- Carregador (*loader*): carrega o programa para memória primária e inicializa os espaços de endereçamento bem como carrega as bibliotecas dinâmicas.

Compilação


Arquivo.c
Arquivo2.c
Arquivo3.c
Pré-processador
Arquivo'.c
Arquivo2'.c
Arquivo3'.c
Compilador
Arquivo.o
Arquivo2.o
Arquivo3.o
Biblioteca.a
Ligador
Executável
Carregador
Biblioteca.so
Programa em Execução

Compilação

- Para compilar um arquivo `.c` em seu respectivo arquivo objetivo, basta realizar: `gcc -c fonte.c`
- Com isso o arquivo `fonte.o` será criado.

Compilação

- Para unir todos os objetos e criar um executável segundo o nosso exemplo, seria necessário apenas os seguintes comandos:

```
gcc -c leitura.c escrita.c operacao.c main.c
gcc leitura.o escrita.o operacao.o main.o -o executavel
```

Sumário

Bibliotecas

- Bibliotecas são uma coleção de rotinas, funções e variáveis que fornecem alguma funcionalidade ao sistema.
- Elas facilitam a reutilização de código em outros programas.
- Podem ser:
  - Estáticas.
  - Dinâmicas.

Bibliotecas

- Bibliotecas estáticas: são ligadas juntamente com outros arquivos objetos para geração do executável.
  - No Linux: arquivos com extensão **.a**.
- Bibliotecas dinâmicas (shared): são carregadas em tempo de execução devido ao carregador (loader).
  - No Linux: arquivos com extensão **.so**.

Sumário

Bibliotecas Estáticas

- Para criar bibliotecas estáticas a partir dos arquivos objetos `.o`, basta usar o utilitário `ar`: `ar -crs biblioteca.a escrita.o leitura.o operacao.o`.
- Uma vez criada a biblioteca, podemos ligá-la com o nosso arquivo que contém a função `main`: `gcc main.c biblioteca.a -o executavel`

Sumário

Bibliotecas Dinâmicas

- Para gerar biblioteca dinâmica com nome `libdinamica.so` dos objetos `leitura.o` `escrita.o` e `operacao.o`:
  - `gcc -shared -o libdinamica.so leitura.o escrita.o operacao.o`
- Para ligar os objetos e formar o executável propriamente dito, precisamos informar o caminho de onde está a biblioteca e indicar o nome da mesma (abreviado):
  - `gcc -L<caminho_da_biblioteca> main.c -o main -ldinamica`

Bibliotecas Dinâmicas

- Se a biblioteca dinâmica não encontra-se em pastas do sistema, é necessário especificar o caminho de onde se encontra via a variável de ambiente `LD_LIBRARY_PATH` da seguinte forma:

```
LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:<CAMINHO DA BIBLIOTECA>
export LD_LIBRARY_PATH
```

Sumário

- As bibliotecas possuem uma utilidade muito grande na prática.
- Você pode integrar bibliotecas de terceiros sem ter que implementar tudo do zero.
- Só é necessário conhecer a interface da biblioteca (os arquivos `.h`).

Sumário

Considerações

- Verificamos a importância da modularização para aumentar a capacidade de desenvolvimento e legibilidade em projetos grandes.
- É essencial utilizá-la e documentá-la.
- É possível criar bibliotecas para uso posterior em outras aplicações através da modularização ou então utilizar bibliotecas já existentes em seus programas.
- Verificamos mais de perto como é o processo de criação de executáveis no sistema operacional.