

Aula 03

Programação Modular

Programação II, 2019-2020

v2.10, 26-02-2020

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

1 Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

2 Modularidade

3 Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Aspectos da qualidade relacionados com o desempenho do software

- **Correcção:** o software efectua as suas funções exactamente como definido nas suas especificações;
- **Robustez:** o software “funciona” em situações fora das suas especificações;
- **Fiabilidade:** o software é correcto e robusto;
- **Eficiência:** o software utiliza o mínimo de recursos de hardware necessários (directamente relacionada com a complexidade algorítmica):
 - CPU: tempo de execução;
 - RAM: memória gasta.

Aspectos da qualidade relacionados com o processo de desenvolvimento

- **Extensibilidade**: o software é fácil de adaptar a mudanças de especificações;
- **Reutilização**: o software pode ser utilizado total, ou parcialmente, para novas aplicações;
- **Legibilidade** - facilidade de leitura e compreensão de software;
- **Verificabilidade** - facilidade com que o mesmo pode ser testado;

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Muito embora todos estes factores sejam relevantes, eles não têm todos a mesma importância:
 - O mais importante de todos é indubitavelmente a **correção**. Se um programa/função/módulo não faz o que é suposto fazer é irrelevante que o mesmo seja eficiente (por exemplo).
 - O segundo mais importante é a **robustez**;
 - Na construção de programas devem usar-se técnicas que maximizem estes dois factores de qualidade.

Os programas vão crescendo em tamanho e complexidade levantando novas questões:

- Torna-se cada vez mais importante não só o seu funcionamento externo mas também a forma como é construído;
- Pode existir a necessidade de ter várias pessoas a trabalhar simultaneamente no programa, pelo que uma comunicação fácil entre programadores através do próprio código passa a ser cada vez mais determinante;
- O número potencial de erros tende a aumentar obrigando a técnicas que facilitem a sua detecção e atempada correcção (e que evitem um crescimento exponencial da complexidade no seu tratamento);
- É necessário facilitar a manutenção e eventuais futuras evoluções do programa (extensibilidade).

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objects

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Módulos

Excertos de programas (blocos) independentes com os quais se podem construir novos programas.

Dizemos que um bloco de um programa é modular se for:

- 1 Facilmente **separável** de outros blocos;
- 2 Facilmente **combinável** com outros blocos;
- 3 Fácil de ser **compreendido** isoladamente;
- 4 **Continuidade**: pequenas modificações num módulo apenas o afectam a ele ou eventualmente aos seus clientes directos;
- 5 **Auto-protégido**: dados internos protegidos contra utilizações abusivas.

- Cada módulo pode ser desenvolvido, analisado e testado de forma **independente**:
 - Pode ser da responsabilidade de entidades (pessoas) distintas.
- Mais fácil de maximizar a **correção** e a **robustez**;
- **Reduz a complexidade** do programa global:
 - Implementação de mecanismos de abstracção para facilitar tarefas.
- Facilita a **reutilização** de código:
 - Ao desenvolvermos um módulo especializado numa tarefa/funcionalidade, podemos facilmente reutilizá-lo noutro programa com as mesmas necessidades.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- ① Programa monolítico
 - ② Abstracção algorítmica
 - ③ Registos
- }
- Programação I
- ④ Ficheiros como unidades de suporte à modularidade
 - (a) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados + Módulo Funções
 - (b) Prog. Principal + Módulo Tipo Dados e Operações Associadas
 - ⑤ Contexto de Existência de Objecto
 - ⑥ Encapsulamento: Objectos e Tipos de Dados Abstractos

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

PROGRAMA \Leftrightarrow FUNÇÃO `main`

Programa monolítico!

O único “módulo” é o próprio programa

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + funções (no mesmo
ficheiro)

ABSTRACÇÃO ALGORÍTMICA!

Funções podem ser utilizadas como
módulos internos ao programa

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Abstracção algorítmica!

Criação de Funções (métodos):

- Encapsulamento de uma sequência de instruções dentro de um módulo funcional;
- A compreensão desse módulo reduz-se à compreensão da sua utilização (e não da sua implementação);
- Tal como os programas, as funções podem ter parâmetros de entrada e de saída;
- Permite a sua fácil reutilização dentro do programa sem a necessidade de replicar a sua implementação;
- Podemos associar-lhes especificações formais de correcção através de pré-condições e pós-condições.

Problemas:

- O facto de serem unidades de código que são compiladas conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”);
- A representação interna dos dados manipulados pelas funções está propagada em todo o lado.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

REGISTOS

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + funções + registos

1ª ABSTRACÇÃO DE DADOS

Representação de dados dos módulos
deixa de estar directamente exposta aos
clientes

Criação de novos tipos de dados (registos):

- Primeira abstracção de dados;
- Encapsulamento de um conjunto de tipos de dados dentro de um novo tipo de dados;
- O registo pode ser compreendido pelo seu todo (e não somente pelos tipos de dados sobre os quais é construído);
- Podemos lhes associar uma especificação formal de correcção através de um invariante (em `Java` não há suporte em tempo de execução para este formalismo).

Problemas:

- Dependem fortemente das funções que os manipulam;
- O facto de serem unidades de código que são compilados conjuntamente com o programa principal limita a sua reutilização (só utilizando “*copy & paste*”).

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE FUNÇÕES
MÓDULOS REUTILIZÁVEIS DE REGISTOS

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + módulos de
funções + módulos de registos

Módulos separados em diferentes ficheiros
Funções podem ser (re)utilizadas noutros
programas

Representação de dados dos módulos
directamente exposta aos clientes

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

- Unidades autónomas (ficheiros) contendo:
 - Tipo de Dados;
 - Funções.
- Podem ser invocados do exterior;
- Podem ser compilados isoladamente e “ligados” (*linked*) a outros programas que deles necessitem facilitando assim a reutilização de código;
- Programação Modular orientada a funções; (e.g.: biblioteca `Math`).

Questão:

- Se as operações estão associadas a um tipo de dados, faz sentido manter DADOS e OPERAÇÕES em ficheiros diferentes?

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

JUNÇÃO REGISTOS COM MÓDULOS DE FUNÇÕES

PROTECÇÃO E ABSTRACÇÃO DE DADOS

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + módulos de registos/funções

Registo é passado como argumento das funções do próprio módulo

- Já vimos que a definição de novos tipos de dados de pouco serve se não forem definidas operações sobre eles:
 - Manipulação de dados;
 - Comparação, Atribuição, ...
 - Operações algébricas;
 - etc.
- **Então**: “Qual o interesse de termos os Dados e Funções Associadas em módulos diferentes?”
- Surgiu então um **novo conceito**:
Módulo: Novo Tipo de Dados + Conjunto de Operações Associadas

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Contexto de Existência de Objecto!

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + `objectos`

As funções do módulo (métodos) e a respectiva estrutura de dados são indissociáveis.

Os métodos estáticos que recebem o registo como argumento passam a métodos de objecto funcionando no contexto do objecto.

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

OBJECTOS!

PROGRAMA \Leftrightarrow `main` + `objectos`

Nenhum atributo deverá ser tornado público (ao contrário dos registos)

Módulos absolutamente independentes:

- Cada módulo só deve aceder a dados locais;
- A interacção com o exterior deve ser efectuada através de funções do próprio módulo (interface);
- Obriga a utilizar mecanismos de protecção para “esconder” os dados do mundo exterior:
`public / private / protected`

Um novo conceito:

- Encapsulamento (*Information Hiding*)!

Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

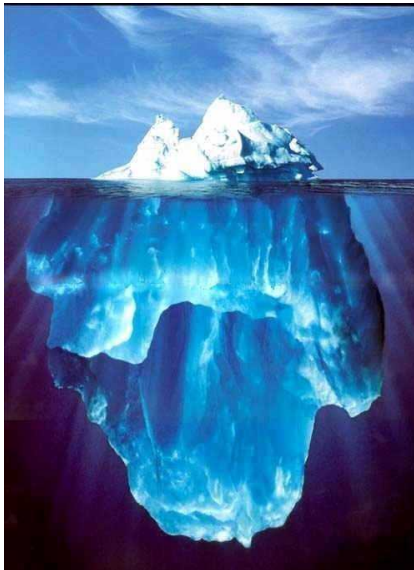
Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos

A informação contida num módulo está inacessível a outros módulos que não têm necessidade dessa informação.



Aspectos da qualidade do software

Aspectos relacionados com o desempenho

Aspectos relacionados com o processo de desenvolvimento

Modularidade

Evolução histórica: o caminho até à modularidade

Programa monolítico

Abstracção algorítmica: funções

Abstracção de dados: registos

Módulos de registos e módulos de funções

Módulos com registos e funções associadas

Objectos