IMD0030
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO I

Aula 09 – Sobrecarga de Operadores

IMD INSTITUTO METRÓPOLE DIGITAL
UFRN UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

Objetivos desta aula

- Introduzir o mecanismo de sobrecarga de operadores em C++
- Para isso, estudaremos:
  - Como realizar a sobrecarga dos operadores já existentes na linguagem C++
  - Como utilizar tais operadores com classes criadas pelo usuário
- Ao final da aula, espera-se que o aluno seja capaz de:
  - Compreender como sobrecarregar operadores da linguagem C++
  - Implementar métodos para sobrecarregar operadores, habilitando-os para utilização com classes por ele criadas

Nas cenas dos capítulos anteriores...

Nas cenas dos capítulos anteriores...

- Vimos como **criar classes e instanciar objetos** utilizando a linguagem C++
  - Classes possuem atributos e métodos como membros
  - A instanciação de um objeto de uma classe é feita de forma similar à declaração de uma variável em C++
- Vimos como implementar e utilizar **construtores para instanciar objetos** de uma classe
  - **Construtor padrão:** forma padrão de instanciar um objeto
  - **Construtor parametrizado:** recebe como parâmetros valores a serem utilizados para inicializar o objeto
  - **Construtor cópia:** cria um objeto a partir de um outro previamente instanciado, copiando membro por membro de um objeto para outro

Um problema...

- Suponhamos que temos uma classe chamada `Tempo`, que representa um instante de tempo definido em termos de horas, minutos e segundos
- Como somar dois instantes de tempo (ou seja, dois objetos da classe `Tempo`)?

```
class Tempo {
    private:
        short horas;
        short minutos;
        short segundos;

    public:
        Tempo(short h, short m,
short s);
};
```

```
#include <iostream>
#include "tempo.h"

int main() {
    Tempo r(12, 30, 0);    // 12h 30min 0s
    Tempo t(1, 20, 0);     //  1h 20min 0s

    std::cout << r + t;

    return 0;
}
```

Qual o resultado da compilação e execução deste programa?

Um problema...

- Erro:

```
In function 'int main()':
error: no match for 'operator+' (operand types are 'Tempo' and 'Tempo')
```

O compilador não sabe como somar dois objetos da classe `Tempo`

- Solução inicial: implementar um método que realize a operação de soma
  - Parâmetro: objeto da classe `Tempo`, cujos valores de horas, minutos e segundos serão somados aos do objeto que invoca o método para realizar a soma
  - Retorno: novo objeto da classe `Tempo`

```
Tempo somar(Tempo t) {
    short h = horas + t.getHoras();
    short m = minutos + t.getMinutos();
    short s = segundos + t.getSegundos();
    return Tempo(h, m, s);
}
```

Com isso, será possível invocar o método: `r.somar(t)`

Um problema...

Solução definitiva (e intuitiva): **sobrecarregar o operador de adição (+)**

Sobrecarga de operadores

- A linguagem C++ **não permite criar novos operadores**, mas permite alterar o comportamento de operadores já existentes na própria linguagem, ou seja, realizar uma **sobrecarga de operadores**
- A sobrecarga de operadores é um **recurso muito útil em C++** para permitir realizar certas operações sobre objetos de classes criadas pelo usuário
  - O objetivo é fornecer, para os tipos definidos pelo usuário, **as mesmas expressões** que a linguagem oferece no conjunto de operadores padrão para tipos primitivos, **de forma intuitiva**
  - Apesar de ser um recurso útil, **a sobrecarga deve ser utilizada com atenção**, evitando, por exemplo, usar o operador / (geralmente utilizado para divisão) para realizar uma operação de adição
    - **Boa prática de programação:** deve-se sobrecarregar operadores para executar a mesma função ou função semelhante à sua definição original, ou seja, sobrecarregar o operador **+** para adição/concatenação, o operador **=** para atribuição, e assim por diante

Sobrecarga de operadores

Como se sobrecarrega um operador?

É necessário definir um método, com as seguintes características:

- O **nome** na assinatura deve ser formado pela palavra-chave `operator` seguida do símbolo do operador a ser sobrecarregado
- A **quantidade de parâmetros** deve ser igual ao número de operandos do operador menos um
  - Com isso, um método para sobrecarregar operadores unários não recebe parâmetro
  - Já um método para sobrecarregar operador binário recebe apenas um parâmetro, um objeto da classe em questão
- O **corpo** deve especificar como o operador deve operar sobre os parâmetros e o objeto da classe em questão
- O **retorno** deve ser o resultado esperado para aquele operador

Sobrecarga de operadores

Exemplo: sobrecarga do **operador +** para somar dois objetos da classe **Tempo**

```
class Tempo {
    private:
       short horas;
       short minutos;
       short segundos;

    public:
       Tempo(short h, short m, short s);
       Tempo(Tempo &t);
       Tempo operator+ (Tempo &t);
};

Tempo Tempo::operator+ (Tempo &t) {
   short h = horas + t.horas;
   short m = minutos + t.minutos;
   short s = segundos + t.segundos;
   return Tempo(h, m, s);
}
```

a soma de dois objetos da classe `Tempo` retorna um novo objeto dessa mesma classe

```
#include <iostream>
#include "tempo.h"

int main() {
    Tempo r(12, 30, 0);    // 12h 30min 0s
    Tempo t(1, 20, 0);     //  1h 20min 0s

    Tempo s(r + t);        // 13h 50min 0s

    return 0;
}
```

o método **`operator+`** é invocado como `r.operator+(t)` e retorna um novo objeto da classe Tempo

Sobrecarga de operadores

Exemplo: sobrecarga do **operador =** para atribuir um objeto da classe **Tempo** a outro

```
class Tempo {
    private:
        short horas;
        short minutos;
        short segundos;

    public:
        Tempo(short h, short m, short s);
        Tempo& operator= (Tempo const &t);
};

Tempo& Tempo::operator= (Tempo const &t) {
    horas = t.horas;
    minutos = t.minutos;
    segundos = t.segundos;
    return *this;
}
```

é retornado um ponteiro para o próprio objeto que invocou o método

```
#include <iostream>
#include "tempo.h"

int main() {
    Tempo r(12, 30, 0);    // 12h 30min 0s
    Tempo t(1, 20, 0);     //  1h 20min 0s

    Tempo s = r + t;       // 13h 50min 0s

    return 0;
}
```

o método `operator=` é invocado como `s.operator=(r + t)` e retorna uma referência para o próprio objeto `s`

Sobrecarga de operadores

- A **maioria** dos operadores em C++ pode ser sobrecarregada...

```
+    -    *    /    %    ^    &    |    ~    !    =    <    >    +=    -=    *=    /=
<<   >>   <=   >=   !=   &&   ||   ++   --   []   ()   new  delete
```

- ...**mas nem todos** os operadores podem

```
.      ::      ?:     sizeof
```

Sobrecarga de operadores

Através da sobrecarga de operadores, **não é possível**

- Sobrecarregar um operador que não seja sobrecarregável
- Alterar a associatividade ou a precedência de um operador
  - Exemplo: a precedência da multiplicação continua sendo superior a da adição em uma expressão
- Alterar o número de operandos aceitos por um operador
  - Operadores unários sobrecarregados continuam sendo unários, tendo um único operando
  - Operadores binários sobrecarregados continuam sendo binários, tendo dois operandos
  - O único operador ternário de C++ (`?:`) não pode ser sobrecarregado
- Criar novos operadores, ou seja, somente os operadores existentes podem ser sobrecarregados

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

A sobrecarga dos operadores de inserção (<<) e extração (>>) de dados em *streams* é feita de forma um pouco diferente dos operadores convencionais

- O operador de inserção de dados em um *stream* de saída (saída padrão ou arquivo) pode ser sobrecarregado para determinar como um objeto de uma classe pode ser impresso
- O método para sobrecarregar o operador de inserção (**<<**)
  - Deve ser um método ***friend*** da classe, isto é, um método que não é membro da classe porém tem acesso aos seus membros privados
  - Recebe um objeto `ostream`, passado por referência
  - Recebe um objeto da classe em questão
  - Retorna uma referência para um objeto `ostream`

Objetos `ostream`:

- Saída padrão: `cout` (biblioteca `<iostream>`)
- Saída em arquivo: `ofstream` (biblioteca `<fstream>`)
- String: `stringstream` (biblioteca `<sstream>`)

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Exemplo: impressão de um instante de tempo (objeto da classe `Tempo`) no formato hh:mm:ss

```
#include <ostream>

class Tempo {
    private:
        short horas;
        short minutos;
        short segundos;

    public:
        friend std::ostream& operator<< (std::ostream &o, Tempo const t);
};

std::ostream& operator<< (std::ostream &o, Tempo const t) {
    o << t.horas << ":" << t.minutos << ":" << t.segundos;
    return o;
}
```

O método é declarado como ***friend*** da classe `Tempo` para ter acesso aos seus atributos privados

O número de parâmetros deve ser igual ao número de operandos que o operador exige

Note que o método que sobrecarrega o operador **<<** não é membro da classe e, portanto, sua implementação não demanda o operador de resolução de escopo (**::**)

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Exemplo: impressão de um instante de tempo (objeto da classe `Tempo`) no formato hh:mm:ss

```
#include <iostream>
#include "tempo.h"

int main() {
    Tempo r(12, 30, 0);
    std::cout << r;

    return 0;
}
```

É exibido o valor **"12:30:0"** na saída padrão

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Relembrando: **a sobrecarga dos operadores de inserção (<<) e extração (>>) de dados em *streams* é feita de forma um pouco diferente dos operadores convencionais**

- O operador de extração de dados em um *stream* de entrada (entrada padrão ou arquivo) pode ser sobrecarregado para determinar como um objeto de uma classe pode ser construído a partir dos dados lidos da entrada
- O método para sobrecarregar o operador de extração (**>>**)
  - Deve ser um método ***friend*** da classe, isto é, um método que não é membro da classe porém tem acesso aos seus membros privados
  - Recebe um objeto `istream`, passado por referência
  - Recebe um objeto da classe em questão, por referência
  - Retorna uma referência para um objeto `istream`

Objetos `istream`:

- Entrada padrão: `cin` (biblioteca `<iostream>`)
- Entrada por arquivo: `ifstream` (biblioteca `<fstream>`)
- String: `stringstream` (biblioteca `<sstream>`)

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Exemplo: construção de um instante de tempo (objeto da classe `Tempo`) a partir de valores horas, minutos e segundos fornecidos como entrada

```
#include <istream>

class Tempo {
    private:
        short horas;
        short minutos;
        short segundos;

    public:
      friend std::istream& operator>> (std::istream &i, Tempo &t);
};

std::istream& operator>> (std::istream &i, Tempo &t) {
    i >> t.horas >> t.minutos >> t.segundos;
    return i;
}
```

O método é declarado como ***friend*** da classe `Tempo` para ter acesso aos seus atributos privados

A quantidade de parâmetros de um método para sobrecarga de operador deve ser igual ao número de operandos que o operador exige

Note que o método que sobrecarrega o operador **>>** não é membro da classe e, portanto, sua implementação não demanda o operador de resolução de escopo (**::**)

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Exemplo: construção de um instante de tempo (objeto da classe `Tempo`) a partir de valores horas, minutos e segundos fornecidos como entrada

```
#include <iostream>
#include "tempo.h"

int main() {
    Tempo t;
    std::cin >> t;

    return 0;
}
```

O usuário digita respectivamente os valores referentes às horas, minutos e segundos, que serão atribuídos aos atributos do objeto `t`

Aqui presume-se que o formato de entrada seja de valores inteiros separados por espaço, **por exemplo `12 30 15`**
(para representar 12h 30 min 15 s)

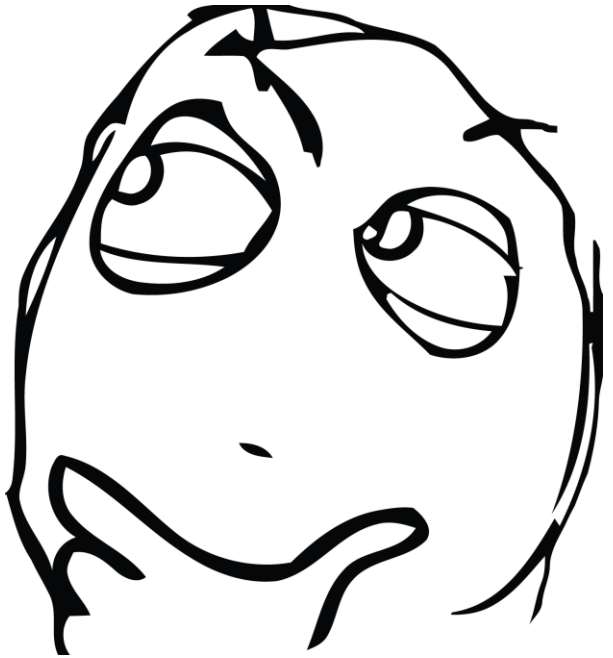
Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Por que os métodos utilizados para sobrecarregar os operadores de inserção e extração de *stream* foram declarados como *friends* (não-membros) da classe `Tempo`?

Relembrando...

Quando utilizamos a sobrecarga do operador + para fazer a soma de dois objetos da classe `Tempo` (`t` e `s`), temos internamente:

```
Tempo r = t + s   ⟺   Tempo r = t.operator+(s)
```



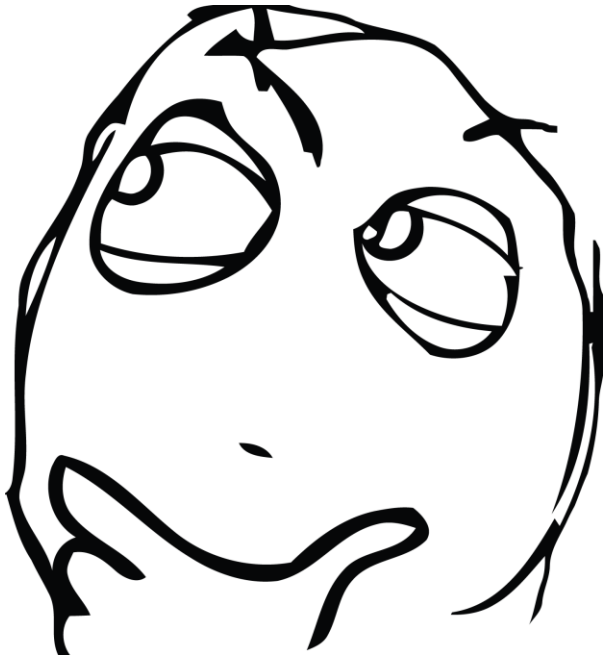
Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Por que os métodos utilizados para sobrecarregar os operadores de inserção e extração de *stream* foram declarados como *friends* (não-membros) da classe `Tempo`?

Seguindo a mesma lógica...

Para sobrecarregar o operador << para imprimir um objeto da classe `Tempo` (`t`) usando um *stream* de saída, teríamos internamente:

```
cout << t   ⟺   cout.operator<<(t)
```

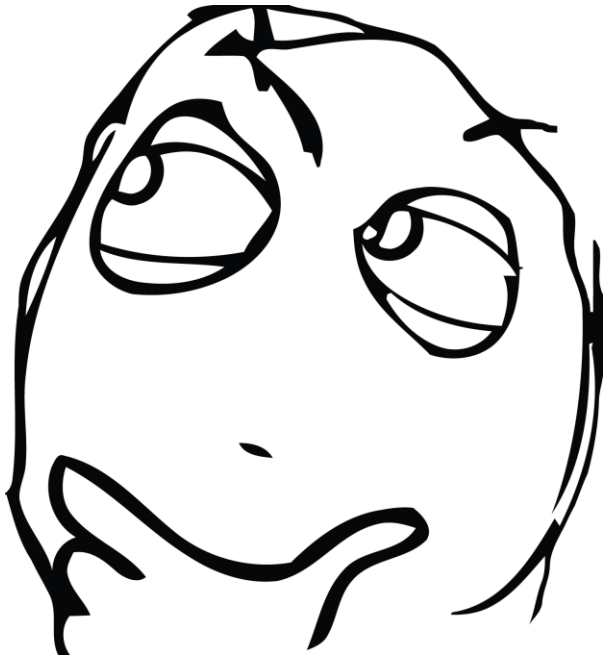


Isto não é possível pois o *stream* `cout` não é objeto da classe `Tempo`

Sobrecarga dos operadores de inserção e extração

Por que os métodos utilizados para sobrecarregar os operadores de inserção e extração de *stream* foram declarados como *friends* (não-membros) da classe `Tempo`?

A solução é justamente fazer com que o método que sobrecarrega o operador << seja ***friend*** da classe `Tempo` para que ele consiga fazer acesso aos atributos privados da classe. O mesmo se aplica ao método que sobrecarrega o operador >>.



Alguma Questão?