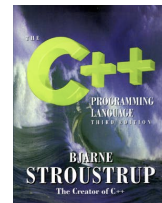


## A linguagem C++

Visão comparativa face a Java



1

## Evolução

- Desenvolvida por Bjarne Stroustrup nos AT&T Bell Labs em 1980.
- Influências: C, Simula 67, Algol 68
- Primeira versão em 1980: "C with Classes"
  - *Classes: An Abstract Data Type Facility for the C Language*, ACM SIGPLAN Notices, 1982
  - *Adding Classes to C: An Exercise in Language Evolution*, Software -- Practice and Experience, 1983
- Nome definitivo (C++) em 1983/84
- *Educational Release* em 1983
- *General Releases* 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, ...
- ANSI/ISO C++ Standard (finalizado em 1998).

2

## Bibliografia de Referência

- *The C++ Programming Language*, (4th Edition) Bjarne Stroustrup, Addison-Wesley, 2013.
  - A “Bíblia” actual de C++
- *A Tour of C++*, Bjarne Stroustrup, Addison-Wesley Professional, 2014
- *Thinking in C++, 2nd ed.*, Volume 1, Bruce Eckel, 2000, Prentice Hall.
- *C++ Primer, 3rd edition*, Stanley B. Lippman, Josee Lajoie, Addison-Wesley.
- *The Annotated C++ Reference Manual (ARM)*, Margaret Ellis and Bjarne Stroustrup, Addison-Wesley, 1990
  - Referência que serviu de base à norma ANSI/ISO C++

3

## Semelhanças com Java

- Primitive data types
- Syntax
- Classes
- Encapsulation
  - Visibility declarations (public, private)
- Multiple constructors, this, new
- Strong typing
- Comments
  - No Javadocs

4

## "Hello World" in Java

```
package p2;
// My first Java program!
public class HelloMain {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("hello world!");
    }
}
```

## "Hello World" in C++

Use the standard namespace

Include standard  
iostream classes

A C++ comment

cout is an  
instance of  
ostream

```
using namespace std;
#include <iostream>
// My first C++ program!
int main(int argc, char* argv[])
{
    cout << "hello world!" << endl;
    return 0;
}
```

operator overloading  
(two *different* argument types!)

6

## Makefiles / Managed Make in CDT

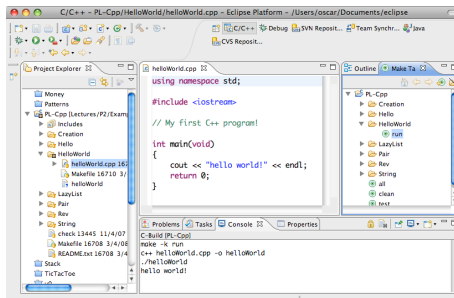
You could compile it all together by hand:

```
gcc helloWorld.cpp -o helloWorld
```

Or you could use a *Makefile* to manage dependencies:

```
helloWorld : helloWorld.cpp
gcc $@.cpp -o $@
make helloWorld
```

Or you could use *cdt with eclipse* to create a standard managed make project



## namespaces

- Conflito de nomes
- Problemas de localização

```
#include <iostream>
using namespace std;
```

▪ ex:

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    int number;
    cout << "Enter a decimal number: ";
    cin >> number;
    cout << "value in octal = 0"
    << oct << number << endl;
    cout << "value in hex = 0x"
    << hex << number << endl;
}
```

## Tipos

- Tipos básicos  
char, int, float, double
- Modificadores de tamanho  
long, short, signed, unsigned
- Exemplo
 

```
char c;
unsigned char c2;
int i;
unsigned int i2;
short int is;
short iis; // Same as short int
unsigned short int isu;
unsigned short iisu;
long int il;
long iil; // Same as long int
unsigned long int ilu;
unsigned long iilu;
float f;
double d;
long double ld;
```

9

## Ponteiros e Arrays

- vectores  
char a[10]; // 10 caracteres (a[0] .. a[9])
- ponteiros  
char \*p;
 

```
int a = 47;
int* ipa = &a;
*ipa = 20; // a ← 20
```
- endereços  
p = &a[3];
- referências  
int num;
 int &rn = num;

10

## Ponteiros

```
int i;
int *iPtr; // a pointer to an integer

iPtr = &i; // iPtr contains the address of i
*iPtr = 100;
```

variable	value	Address in hex
	...	
i	100	456FD4
iPtr	456FD4	456FD0
	...	

11

## Referências

A reference is an **alias** for another variable:

```
int i = 10;
int &ir = i; // reference (alias)
ir = ir + 1; // increment i
```

i,ir	10
------	----

*Once initialized, references cannot be changed.*

References are especially useful in **procedure calls** to avoid the overhead of passing arguments by value, without the clutter of explicit pointer dereferencing ( `y = *ptr;` )

```
void refInc(int &n)
{
    n = n+1; // increment the variable n refers to
}
```

12

## Funções: passagem de parâmetros

- Os parâmetros podem ser passados **por valor**,  

```
double soma(double a, double b) {
    return a+b;
}
...
cout << soma(i, j);    // sem alteração de i e j
```
- .. **por ponteiro**  

```
void swap(int* p, int* q) {
    int t = *p; *p = *q; *q = t;
}
...
swap(&i, &j);    // invocação da função swap
```
- .. ou **por referência**.  

```
void swap(int& p, int& q) {
    int t = p; p = q; q = t;
}
...
swap(i, j);    // invocação da função swap
```

13

## Templates

- Tabela de Ts (com T definido da instanciação):

```
template<class T> class Vector { // Vector de Ts
    T* v;                        // ponteiro para inteiros
    int sz;                      // total de elementos
public:
    Vector(int);                 // construtor
    ~Vector();                   // destrutor
    T& operator[] (int i);      // operador de index
};

int main() {
    Vector<int> v1(100);          // 100 inteiros
    Vector<Pessoa> v2(200);      // 200 Pessoas
    // ...
}
```

14

## Organização de um projeto

- Ficheiros declarativos
  - (".h")
- Ficheiros de código
  - (".C" ".cc" ".cpp" ".cxx")
- Directivas de pré-processamento
  - (#include, #ifdef, #ifndef, #define ...)
- Bibliotecas de Classes
- Compilador
- Linker
- Debugger

15

## Exemplo de um programa em C++

- Declaração de ficheiros .h (declarações)
- `int main(int argc, char **argv)`
- Instruções de entrada e saída de dados

```
// Programa que lê um número e mostra o seu inverso
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    float x;
    cout << "Qual é o número?";
    cin >> x;    // leitura de x;
    cout << "o inverso de " << x << " é " << 1/x << endl;
}
```

16



## Métodos de uma Classe

- Os métodos de uma classe são declarados dentro do corpo da classe (ficheiros .h)

```
class Screen {
public:
    void home();
    void move(int, int);
    char get();
    char get(int, int);
};
```

Screen.h

- A definição no corpo da classe (inline implícito).

```
class Screen {
public:
    void home()    { cursor = screen; }
    char get()     { return *cursor; }
};
```

Screen.cpp

17

## Métodos de uma Classe

- A generalidade das definições são efectuadas fora da classe (ficheiros .cpp)

```
void Screen::home() {
    cursor = screen;
}
```

```
char Screen::get() {
    return *cursor;
}
```

Screen.h

Screen.cpp

18

## Exemplo de uma classe

```
class Point {
private:
    double x;
    double y;
public:
    Point(double x, double y);
    virtual ~Point();           // not needed ..
    virtual double getX() const;
    virtual double getY() const;
    virtual double distanceTo(const Point& p) const;
    virtual void display() const;
};
```

Point.h

19

## Exemplo de uma classe

```
Point::Point(double ix, double iy): x(ix), y(iy) {
}

void Point::display() const {
    cout << m_x << "," << m_y << endl;
}
...
```

Point.cpp

20

## Objectos de uma Classe

- A definição de uma classe não se traduz em qualquer reserva de memória. Esta só é efectuada na definição de objectos da classe.

```
Screen myScreen;           // reserva estática
Screen *otherScreen = new Screen(); // dinâmica;
Screen *ptr;
ptr = &myScreen;
ptr = otherScreen;
```

- Fora do contexto da classe cada membro é identificado conjuntamente com a referência ao objecto.

```
otherScreen->get();    // "->" em ponteiros
myScreen.get();        // "." em referências
```

21

## Construtores

```
class String {
public:
    String() { len = 0; str = 0; } // default constructor
    String(const char*);           // String("Olá");
private:
    int len;
    char *str;
};
String::String( const char *s ) {
    len = strlen( s );
    str = new char[ len + 1 ];
    strcpy( str, s );
}

String st1;
String *st2 = new String();
String *st3 = new String("Livro");

String st4("Forma estática");
String *st5 = new String("reserva dinâmica");
```

22

## Destrutor

- Mecanismo complementar ao construtor para "limpeza" de objectos.
- Cada classe tem um destrutor.
- É invocado (implicitamente) pelo operador delete ou quando um objecto sai fora de contexto.

```
class String {  
public:  
    virtual ~String();    // destructor  
    // ...  
};  
  
String::~~String() { delete [] str; }
```

23

## Construtor de cópia

- Quando um objecto é inicializado com outro objecto da mesma classe é invocado um construtor especial
  - é criado pelo compilador se não for definido
  - tem a forma genérica `X::X(const X&)`.
- Esta situação pode, no entanto, conduzir a erros sempre que a classe possua objectos membros ou reserva dinâmica.
  - Neste caso os construtores dos membros não são invocados permitindo que múltiplos objectos apontem para uma mesma área de memória.

24

## Construtor de cópia

- Exemplo

```
String nome1("Lopes");
String nome2(nome1);
```

- o resultado será:

```
// nome2.len=nome1.len;
// nome2.str=nome1.str; // não desejável!
```

- A resolução deste problema passa pela definição explícita de um construtor (memberwise).

```
String::String(const String& s) {
    len = s.len;
    str = new char[s.len+1];
    strcpy(str, s.str);
}
```

25

## Utilização do Construtor de Cópia

- O construtor de cópia é chamado quando:

- um objecto é instanciado a partir de um outro

```
Ponto centro(25, 25);
Ponto mira(centro);
Ponto outroPonto = centro;
```

- um objecto é retornado por uma função

```
Ponto Figura::getCentro();
```

- um objecto é passado por valor como parâmetro de uma função

```
void Figura::addPonto(Ponto newP);
```

26

## Conversão implícita

Quando um argumento de tipo "errado" é passado a uma função o compilador procura o construtor adequado.

```
str = "hello world";
```

*é implicitamente convertido em:*

```
str = String("hello world");
```

27

## Vectores de Objectos

- Como é inicializado um vector de objectos?

```
class Car
{
public :
    Car(const char *vendor = "Toyota", int nDoors = 4);

private :
    char *m_vendor;
    int m_nDoors;
};

Car::Car(const char *vendor, int numDoors) : m_nDoors(numDoors)
{
    m_vendor = new char[strlen(vendor)+1];
    strcpy(m_vendor, vendor);
}

int main()
{
    Car frota[50];

    // This creates an array of 50 cars. The Car
    // constructor is called 50 times. All 50
    // cars have a vendor of "Toyota", and 4
    // doors.
};
```

28

## Organização típica de uma classe

```
class myClass {
public:
    myClass(void);                // default constructor
    myClass(const myClass& copy); // copy constructor
    ...                          // other constructors
    virtual ~myClass(void);       // destructor
    myClass& operator=(const myClass&); // assignment
    ...                          // other public member functions
private:
    ...
};
```

29

## Organização típica de uma classe

If you don't define these four member functions, *C++ will generate them:*

- **default constructor**
  - will call default constructor for each data member
- **destructor**
  - will call destructor of each data member
- **copy constructor**
  - will *shallow copy* each data member
  - pointers will be copied, not the objects pointed to!
- **assignment**
  - will *shallow copy* each data member

30

## A Simple String.h

The diagram shows a C++ code snippet for a `String` class. Red arrows point from teal-colored text boxes to specific parts of the code:

- Returns a reference to ostream** points to the `ostream&` in the `operator<<` declaration.
- Operator overloading** points to the `operator<<` declaration.
- A friend function prototype declaration of the String class** points to the `friend ostream& operator<<(ostream&, const String&);` line.
- Operator overloading of =** points to the `String& operator+=(const String&);` line.
- inline** points to the `inline` keyword before the `length` function definition.

```

class String
{
    friend ostream& operator<<(ostream&, const String&);
public:
    String(void); // default construct
    virtual ~String(void); // destructor
    String(const String& copy); // copy constructor
    String(const char*s); // char* constructor
    String& operator=(const String&); // assignment

    inline int length(void) const { return ::strlen(_s); }
    char& operator[](const int n) throw(exception);
    String& operator+=(const String&) throw(exception); // concatenation
private:
    char *_s; // invariant: _s points to a null-terminated heap string
    void become(const char*) throw(exception); // internal copy function
};
  
```

31

## Herança



## Person.h

```
#include <iostream>
#include <string.h>
using namespace std;

class Person {
public:
    Person(char* n, string bi);
    string getBI();
    char* getName();    // string getName(); <- melhor
    virtual ~Person();
private:
    char* name;        // string name;
    string bi;
};
```

33

## Person.cpp

```
Person::Person(char* n, string bi) {
    name = new char[strlen(n)+1];
    strcpy(name, n);
    this->bi = bi;
}

char* Person::getName() { return name; }

string Person::getBI() { return bi; }

Person::~~Person() {
    delete[] name;
}
```

34

## Herança

```
class Employee: public Person {  
    public:  
        Employee(char *name, string bi, float sal):  
            Person(name, bi), salary(sal) {}  
        float getSalary() { return salary; }  
    private:  
        float salary;  
};
```

35

## O que é herdado?

- Todos os membros de dados não estáticos
- Todos os métodos excepto
  - construtores
  - destrutores
  - operador de atribuição
- Uma classe derivada herda de todas as classes Base que estão acima na hierarquia de herança.
  - Ao construir a hierarquia podemos controlar aquilo que queremos deixar acessível para as classes derivadas.

36

## Construtores e Destrutores

```
#include <iostream>
using namespace std;

class A {
public:
    A(int a) : data1(a), data2(a+1)
    { cout << "A data1=" << data1 << ", data2=" << data2 << endl;}
    ~A() {cout<<"~A"<<endl;}
private:
    int data1, data2;
};

class B : public A {
public:
    B(int a, int b) : A(a), data3(b) {cout << "B data3=" << data3 << endl;}
    ~B() {cout << "~B" << endl;}
private:
    int data3;
};

void main ()
{
    B umB(10,20);
}
```

A data1=10 data2=11  
B data3=20  
~B  
~A

37

## Default Operator =

- Se uma classe não redefinir o operador de atribuição (=) o compilador fornecerá um por defeito.
- No caso de termos uma classe derivada
  - Invocará o operador de atribuição da classe base
  - Executa *member-wise copy* na classe derivada
- No entanto se os dois existirem (base e derivado) então o derivado deverá explicitamente chamar o base

38

## Sobrecarga do Operador de atribuição

- Se uma classe derivada redefinir o operador de atribuição deverá invocar explicitamente o operador de atribuição da classe base

```
classB& classB::operator=(const classB & rhs)
{
    if (this != &rhs)
    {
        classA::operator=(rhs);
        m_b = rhs.m_b
    }
    return *this;
};
```

39

## Polimorfismo

40

## Ligação estática

```
class Pessoa
{
public:
    void anunciar ()
    {
        cout << "Sou Pessoa!" << endl;
    }
};
```

```
class Estudante : public Pessoa
{
public:
    void anunciar ()
    {
        cout << "Sou Estudante!" << endl;
    }
};
```

```
void anuncio (Pessoa& p)
{
    p.anunciar();
}
```

```
int main ()
{
    Estudante a1;
    anuncio (a1);
    return 0;
}
```



Sou Pessoa!



Static binding

41

## Ligação dinâmica

```
class Pessoa
{
public:
    virtual void anunciar ()
    {
        cout << "Sou Pessoa!" << endl;
    }
};
```

```
class Estudante : public Pessoa
{
public:
    void anunciar ()
    {
        cout << "Sou Estudante!" << endl;
    }
};
```

```
void anuncio (Pessoa& p)
{
    p.anunciar();
}
```

```
int main ()
{
    Estudante a1;
    anuncio (a1);
    return 0;
}
```



Sou Estudante!



Dynamic binding

42

## Polimorfismo - recomendação

- Todos os métodos deverão ser descritos como métodos virtuais
  - apesar da "ligeira" degradação de desempenho permite evitar erros futuros
  - A definição de virtual basta aparecer na definição da classe base
- Um construtor não pode ser virtual
  - Necessita informação acerca do tipo exacto do objecto a ser criado
  - Não pode ser invocado para um objecto já existente.
  - Não podemos ter um ponteiro para um construtor.

43

## Ponteiro this, declaração friend

### this

- Em C++ todos os métodos membros (ou dados) são invocados sobre um ponteiro ou sobre uma referência

```
objprt->function();
objref.function();
```

### friend

- Todos os membros privados de uma classe são inacessíveis do exterior.
  - Se quisermos que uma função (**não membro**) tenha acesso aos membros privados de uma classe, podemos declarar esta função como amiga (**friend**).

44

## friend

```

class my_class2;      // declaração forward
class my_class1 {
public:
    friend void compare(my_class1&, my_class2&);
    my_class1(int A) : a(A) {}
    // ...
private:
    int a;
};
class my_class2 {
public:
    friend void compare(my_class1&, my_class2&);
    my_class2(int A) : a(A) {}
    // ...
private:
    int a;
};
void compare(my_class1 &c1, my_class2 &c2) {
    if (c1.a==c2.a) cout << "equal\n";
    else cout << " not equal\n";
}

```

45

## Palavra chave const

- Utilização
  - constantes
 

```
const int PI=3.14159;
```
  - ponteiros
 

```
char* const letra = &c1; // ponteiro constante
const char* const letra = &c1; // obj e ponteiro
```
  - argumentos de funções
 

```
void funcA(Person& p) { p.age = 32; }

void funcB(const Person& p) {
    // p.age++; // Erro!
    cout << p.age << endl;
}
```
  - métodos constantes

46

## Métodos constantes

- Um método declarado como constante pode ser chamado para objectos constantes e para objectos não constantes.
- Um método não constante não pode ser chamado por objectos constantes.

```
class my_class {
    int i;
    const int max;
public:
    my_class (int ii, int m) : i(ii), max(m) {};
    my_class inc () { if (i < max) i++; return *this; };
    void Display () const { cout << i << endl; };
};
```

```
my_class obj6(1, 50);
const my_class obj7(1, 10);

obj6.Display();
obj7.Display();

obj6.inc();
obj7.inc(); //erro
```

**Cada função que não modifica o estado do objecto tem que ser declarada como constante!!!**

47

## Métodos constantes

- Os construtores e destrutores nunca podem ser constantes
  - quase sempre modificam o estado do objecto.
- Quando uma função-membro constante é definida fora do corpo da classe, deve levar o sufixo **const** porque faz parte do tipo da função:

```
void my_class::Display () const
{
    cout << i << endl;
};
```

- Nas funções-membros constantes o ponteiro **this** é do tipo:

```
const my_class *const this;
```

48

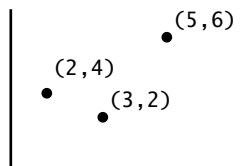


## Redefinição de operadores – exemplo “operador+”

- Consideremos a class Point.

```
class Point {
public:
    // ...
private:
    int x, y;
};
```

- Para adicionarmos pontos precisamos de adicionar os valores de x e de y de cada ponto  $(2,4) + (3,2) = (5,6)$



49

## Solução 1

- Como função não membro o resultado será o seguinte:

```
Point operator+(const Point &lhs, const Point
&rhs) {
    return Point(lhs.x + rhs.x, lhs.y + rhs.y);
}
int main() {
    Point a(3,7), b(18,2), r;
    r = a + b;
    // r = operator+(a,b)
    r.show();
    . . .
}
```

- Declaração na classe Point:
 

```
friend Point operator+(const Point &lhs, const
Point &rhs);
```

50

## Solução 2

- Como função membro o resultado será o seguinte:

```
class Point {
public:
    Point operator+(const Point &rhs) const;
    // ...
private:
    int x, y;
};

// Member operator function to add two Point's
Point Point::operator+(const Point &rhs) const
{
    return Point( x + rhs.getX(), y + rhs.getY());
}
```

51

## Solução 2

- No main

```
int main() {
    Point a(3,7), b(18,2), r;
    r = a + b;
    // r = operator+(a,b)
    r.show();
    . . .
}
```

- Output (21,9)

52

## Standard Template Library

*STL is a general-purpose C++ library of generic algorithms and data structures.*

1. Containers store *collections of objects*
  - vector, list, deque, set, multiset, map, multimap
2. Iterators *traverse containers*
  - random access, bidirectional, forward/backward ...
3. Function Objects encapsulate *functions as objects*
  - arithmetic, comparison, logical, and user-defined ...
4. Algorithms implement *generic procedures*
  - search, count, copy, random\_shuffle, sort, ...
5. Adaptors provide an *alternative interface* to a component
  - stack, queue, reverse\_iterator, ...

53

## An STL Line Reverser

```
#include <iostream>
#include <stack>           // STL stacks
#include <string>          // Standard strings

void rev(void)
{
    typedef stack<string> IOStack; // instantiate the template
    IOStack ioStack;              // instantiate the template class
    string buf;

    while (getline(cin, buf)) {
        ioStack.push(buf);
    }
    while (ioStack.size() != 0) {
        cout << ioStack.top() << endl;
        ioStack.pop();
    }
}
```

54

## Java Simplifications of C++

- no pointers — **just references**
- no functions — can declare **static** methods
- no global variables — use **public static** variables
- no destructors — **garbage collection** and **finalize**
- no linking — **dynamic class loading**
- no header files — can define **interface**
- no operator overloading — **only method overloading**
- no member initialization lists — call **super** constructor
- no preprocessor — **static final constants** and automatic inlining
- no multiple inheritance — **implement multiple interfaces**
- no structs, unions, enums — **typically not needed**

55