PCS3111

Laboratório de Programação Orientada a Objetos para Engenharia Elétrica

Aula 11: Namespaces, Templates e Biblioteca Padrão

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Agenda

1. Namespace
2. Templates
3. *Standard Template Library* (STL)
4. Container Vector
5. Container List
6. Iterador

Projeto

- Em um projeto real existem *diversas* classes
  - Classes do projeto
  - Bibliotecas externas e de apoio
    - *Exemplo*: biblioteca padrão, acesso a dispositivos, log, etc.
- O desenvolvimento pode ser dividido em diversos "pedaços" (componentes)
  - Diversos desenvolvedores

- **Como garantir que desenvolvedores distintos não usem os mesmos nomes de classes?**
  - *Exemplo*: Classe Janela (objeto de uma casa ou tela de um programa)

Namespace

- Espaço de nomes
  - O nome de uma classe precisa ser único no `namespace`

```
 4  namespace casa {
 5
 6  class Janela {
...
16  };
17
18  }
```

Define um namespace com nome `casa`

Classe `Janela` está no namespace `casa`

EX01

- Em geral são definidos em arquivos de header (.h)
  - Várias classes podem estar em um `namespace`

```
 4  namespace casa {
 5
 6  class Televisao {
...
16  };
17
18  }
```

`Televisao.h`

Formas de uso

1. Usando o operador de resolução de escopo

```
...
 5  #include "Janela.h"
...
 8  int main() {
 9    casa::Janela *j1 = new casa::Janela();
10    j1->fechar();
...
```

Nome *qualificado*

EX01

2. Usando a diretiva `using`

```
...
 5  #include "Janela.h"
 6  using namespace casa;
 7
 8  int main() {
...
14    Janela *j2 = new Janela();
15    j2->abrir();
...
```

Com o `using`, é só usar o nome da classe!

Detalhes

- Caso não seja definido o namespace de uma classe, ela fica em um ***namespace global***
  - Ela não terá um nome qualificado

- No C++, as classes da biblioteca padrão estão no namespace `std`
  - É por isso que precisa-se fazer **`using namespace std`** para usar o `cout`!

Template

Problema

- Considere a classe *Pilha*

```
 4  class Pilha {
 5  public:
 6    void push(int valor);
 7    int pop();
 8  private:
 9    int valores[10];
10    int topo = 0;
11  };
```

EX02

```
 3  void Pilha::push(int valor) {
 4    valores[topo++] = valor;
 5  }
 6
 7  int Pilha::pop() {
 8    return valores[--topo];
 9  }
10
```

- E se eu quiser uma pilha de `string` ou de `Pedido`?

```
 6  class PilhaDePedido {
 7  public:
 8    void push(Pedido* valor);
 9    Pedido* pop();
10  private:
11    Pedido* valores[10];
12    int topo = 0;
13  };
```

Trocar `int` por `Pedido*`

```
 8  class PilhaDeString {
 9  public:
10    void push(string valor);
11    string pop();
12  private:
13    string valores[10];
14    int topo = 0;
15  };
```

Problema

- Copy & paste!
  - O código é *praticamente* o mesmo
    - O que muda é apenas o tipo
- Como resolver esse problema?
  - **Conceito de Template**

Template

- É uma forma de polimorfismo
  - Também chamado de *classe parametrizável* ou *generics*
- Definição

Ou `typename`

```
template <class NomeDoTipo> class SuaClasse {
  …
}
```

  - O *NomeDoTipo* deve ser usado na sua classe como se fosse um tipo normal
- Uso
  - Necessário dizer qual é o tipo escolhido

```
SuaClasse<TipoEscolhido> a;
```

  - Pode ser uma classe ou mesmo um tipo primitivo

Exemplo

T é o tipo a ser substituído

```
 4  template <class T> class Pilha {
 5  public:
 6    void push(T valor);
 7    T pop();
 8  private:
 9    T valores[10];
10    int topo = 0;
11  };
12
13  template <class T>
14  void Pilha<T>::push(T valor) {
15    valores[topo++] = valor;
16  }
17
18  template <class T>
19  T Pilha<T>::pop() {
20    return valores[--topo];
21  }
```

Métodos em função de T

EX03

Pilha de string

```
 9  int main() {
10    Pilha<string>* p1 =
        new Pilha<string>();
11    p1->push("a");
12    p1->push("b");
...
```

Pilha de Pedido*

```
15    Pilha<Pedido*>* p2 =
        new Pilha<Pedido*>();
16    p2->push (new Pedido(1));
17    p2->push (new Pedido(2));
...
```

Template em C++

- Funcionamento do template
  - Quando o compilador lê a palavra `template` no código fonte, não gera código
    - Ainda não sabe o tipo
  - Quando o objeto é instanciado, o compilador sabe o tipo do argumento e **instancia** o template
    - Ou seja, gera o código com o tipo correspondente
  - Isto é repetido para cada vez em que se instancia o objeto

Standard Template Library **(STL)**

Biblioteca padrão do C++

- C++ possui uma biblioteca padrão
  - Algoritmos e tipos já implementados
    - ...“reinventar a roda”...
  - Disponível em qualquer compilador C++
    - Portabilidade

- *Exemplo*
  - Tipos (`string`, números complexos, etc.)
  - Funções matemáticas (`sqrt`, `log`, `sin`, `tan`, etc.)
  - Entrada e saída
  - Relógio e tempo

Standard Template Library

- Parte da biblioteca padrão
- Define **containers**
  - Estruturas de dados básicas
  - Pilha, fila, lista ligada, tabelas hash, etc.
- Define **algoritmos**
  - Algoritmos básicos em containers
    - Ordenação, busca, etc.
- Usam o conceito de *template*

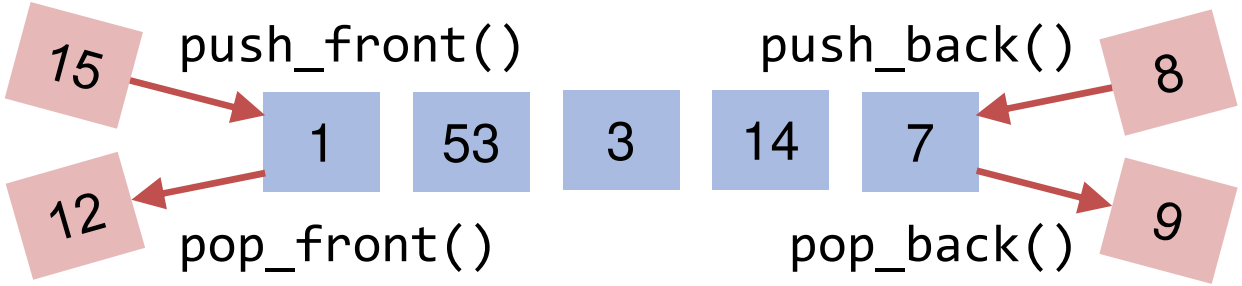
- **Já estão implementadas**
  - É só usar!

Containers

- Estruturas **dinâmicas**
  - Crescem e diminuem conforme a necessidade
- Divididos em 2 tipos
  - **Sequências:** sequências de elementos
    - `vector`: vetor redimensionável
    - `list`: lista duplamente ligada
    - `forward-list`: lista ligada simples
    - `deque`: permite inserir e remover tanto no começo quanto no fim
  - **Containers associativos:** permitem obter um valor a partir de uma chave (são *tabelas hash* e *árvores*)
    - Tipos: `map`, `multimap` e `set`

Alguns métodos básicos

Método (<T> é o tipo parametrizado)	**Descrição**	**vector**	**list**	**deque**	**forward -list**
`int size()`	Obtêm o número de elementos	X	X	X	
`bool empty()`	Informa se o container está vazio	X	X	X	X
`<T> back()`	Obtêm o *último* elemento	X	X	X	
`void push_back(<T>)`	Adiciona um elemento no *fim*	X	X	X	
`void pop_back()`	Remove *o último* elemento	X	X	X	
`<T> front()`	Retorna o *primeiro* elemento	X	X	X	X
`void push_front(<T>)`	Adiciona um elemento no *início*		X	X	X
`void pop_front()`	Remove o *primeiro* elemento		X	X	X



Algoritmos

- *Alguns* algoritmos disponíveis
  - Necessário fazer `#include <algorithm>`

Algoritmo	Descrição
`find`	Encontra o primeiro elemento *equivalente* ao valor
`count`	Conta o número de elementos que possuem o valor
`equal`	Compara o conteúdo de dois *containers*
`search`	Procura por uma sequência de valores que corresponde à mesma sequência em outro *container*
`swap`	Trocar um valor em um local por outro
`sort`	Ordena o *container*
`merge`	Combina os elementos de dois *containers*

Vector

Vector

- Vetor redimensionável
  - Controla o número de elementos
    - Aumenta e diminui de tamanho automaticamente
  - Está no namespace `std`
    - Necessário `#include <vector>`

Ao usar classes, prefira usar ponteiros (senão a atribuição pode ficar *confusa*)

- Possui **apenas** métodos para inserir e remover no **fim** (questão de eficiência)
  - `push_back()` e `pop_back()`

Métodos de acesso

- `Operador []`
  - Acessa uma posição de um vector como se fosse um vetor

```
 8    vector<Pedido*>* v = new vector<Pedido*>();
 9    v->push_back(new Pedido(1));
10    cout << (*v)[0]->getId() << endl;
```

EX04

  - **Cuidados**
    - Trabalha com valores (e não ponteiros)!
    - Só acesse uma posição depois de "inicializa-la" com um `push_back`
- `<T> at(int posicao)`
  - Obtêm o valor em `posicao` do vector

Exemplo

```
16    vector<Pedido*>* pedidos = new vector<Pedido*>();
17    pedidos->push_back(new Pedido(100));
18    pedidos->push_back(new Pedido(101));
19
20    for(unsigned int i = 0; i < pedidos->size(); i++) {
21      cout << pedidos->at(i)->getId() << endl;
22    }
23
24    // Apagando
25    while (!pedidos->empty()) {
26      Pedido *ultimo = pedidos->back();
27      pedidos->pop_back();
28      delete ultimo;
29    }
30    delete pedidos;
```

Saída

```
100
101
```

Se não for `unsigned`, gera um *warning*

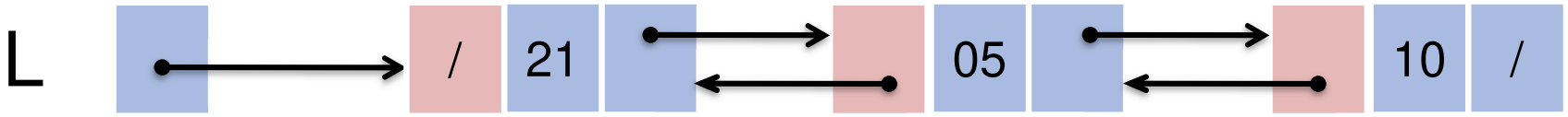
EX04

Veja em http://www.cplusplus.com/reference/vector/vector/ os outros métodos de vector

List

List

- É uma lista duplamente ligada
  - Está no namespace `std`
  - Necessário `#include <list>`



  - Não é necessário saber os detalhes de implementação da lista
    - É só usar os métodos!

- Permite inserir no começo e no fim
  - `push_front`, `push_back`, `pop_front` e `pop_back`

Exemplo

EX05

```
 2  #include <list>
 3  #include "Pedido.h"
 4
 5  using namespace std;
 6
 7  int main() {
 8    list<Pedido*>* pedidos = new list<Pedido*>();
 9    pedidos->push_back(new Pedido(1));
10    pedidos->push_back(new Pedido(2));
11
12    pedidos->push_front(new Pedido(3));
13    pedidos->push_front(new Pedido(4));
14
15    while (!pedidos->empty()) {
16      Pedido *p = pedidos->front();
17      cout << p->getId() << " ";
18      pedidos->pop_front();
19      delete p;
20    }
21
22    return 0;
23  }
```

Inserindo no fim

Inserindo no início

Saída

```
4 3 1 2
```

Containers

- Os métodos `at` e o `operador []` não estão disponíveis!
  - **Então como varrer um list?**
    - *Problema*: usar os ponteiros internos...

- É importante definir uma **interface comum** para varrer **containers diferentes**!
  - Senão os algoritmos de apoio serão específicos para cada container!

- **Solução**: iterador

Iterador

Iterador

- Forma **homogênea** para varrer um container
  - **Independe** se é `vector`, `list`, `map`, `forward_list` etc.
- É um **tipo**
  - Usado por todas as estruturas de dados da STL

- Métodos **comuns** em containers para **usar** iteradores
  - `iterator begin()`
    - Obtêm o iterador para o início da estrutura
  - `iterator end()`
    - Obtêm o iterador com o fim da estrutura
    - Usado para saber se acabou a varredura

Iterador

- Funciona como se fosse um ponteiro
  - `Operador ++`
    - Usado para ir para a próxima posição
  - `Operador *`
    - Obtêm o valor do iterador

- **Cuidado**: o iterador é para um tipo específico
  - Iterador de *vetor de inteiros*

Exemplo

- Usando um `iterator` com `list`

```
 7    list<Pedido*>* pedidos = new list<Pedido*>();
 8    pedidos->push_back (new Pedido(1));
 9    pedidos->push_back (new Pedido(2));
10
11    pedidos->push_front(new Pedido(3));
12    pedidos->push_front(new Pedido(4));
13
14    list<Pedido*>::iterator i = pedidos->begin();
15
16    while (i != pedidos->end()) {
17      cout << (*i)->getId() << " ";
18      i++;
19    }
```

EX06

Saída

```
4 3 1 2
```

Obtendo o iterador para o início

Enquanto não se chegar no fim

Obtendo o valor

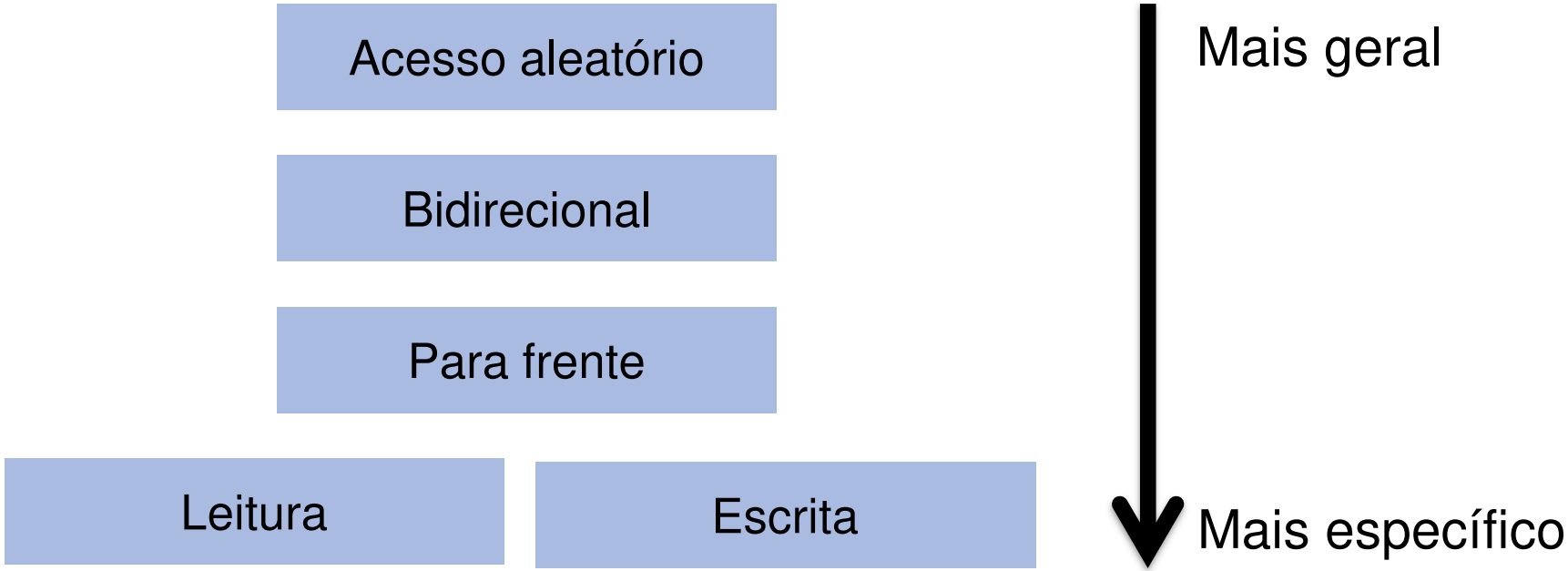
Passando para o próximo elemento

Tipos de iterador

- Todos os iteradores permitem ir para o próximo elemento (`i++`)

- Mas nem todos permitem escrita, ir para o anterior e acesso aleatório!
  - Escrita: `*i = valor`
  - Anterior: `i--`
  - Acesso aleatório: `i[1]`

Tipos de iterador



Tipo	Vector	List	Deque	Set	Multiset	Map	Multimap
Acesso aleatório	X		X				
Bidirecional	X	X	X	X	X	X	X
Para frente	X	X	X	X	X	X	X
Escrita	X	X	X	X	X	X	X
Leitura	X	X	X	X	X	X	X

Tipos de iterador

- Algoritmos precisam de tipos específicos

Algoritmo	Leitura	Escrita	Para frente	Bidirecional	Acesso Aleatório
`find`	X				
`count`	X				
`sort`					X
`merge`	X	X			
`reverse`				X	
`replace`			X		
`unique`			X		

- Consulte o que o algoritmo precisa antes de usá-lo!
  - http://www.cplusplus.com/reference/algorithm/

Exemplo

EX07

```
 1  #include <iostream>
 2  #include <list>
 3  #include <algorithm>
 4
 5  using namespace std;
 6
 7  int main() {
 8    list<int>* valores = new list<int>();
...
14    list <int>::iterator valor =
15      find(valores->begin(), valores->end(), 8);
16
17    if (valor!= valores->end() )
18      cout << "Encontrou o " << *valor << endl;
19    else cout << "Nao encontrou" << endl;
```

Chamando o `find`

O `find` usa o operador == para encontrar. Para procurar um objeto a partir de um atributo específico, será necessário *sobrecarregar* esse operador! Mais detalhes em https://isocpp.org/wiki/faq/operator-overloading

Bibliografia

- LAFORE, R. **Object-Oriented Programming in C++**. 4th ed., SAMS, 2002.
  - Capítulo 14