Templates em C++

Algoritmos e Estruturas de Dados

2019/2020

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Template de função

- Usada para implementar uma única função que executa operações idênticas para diferentes tipos de dados
- Função genérica definida em função de parâmetros que representam o tipo de dados a operar
- O tipo de dados é especificado (instanciado) quando a função é chamada

- Precede-se o cabeçalho da função da palavra-chave **`template`** seguida de uma lista de parâmetros entre **`< >`**, que representam o tipo de dados a instanciar mais tarde, e o seu nome.
  - cada parâmetro é precedido da palavra-chave **`class`**.

Templates de funções

```
template <class T>
void printArray (const T * array, int size)
{
  for (int i=0; i<size; i++)
    cout << array[i] << " ";
  cout << endl;
}

main()
{
  const int aSize=5, bSize=4;
  int a[aSize] = {1, 2, 3, 4, 5};
  float b[bSize] = {1.1, 2.2, 3.3, 4.4};
  printArray(a, aSize);
  printArray(b, bSize);
  return 0;
}
```


Templates de classes

- Permite a generalização de classes. Classes similares que possuem diferentes tipos de dados para os mesmos membros, não necessitam ser definidas mais que uma vez.
- "Classe genérica" (também chamada classe parametrizada) definida em função de parâmetros a instanciar para se ter uma "classe ordinária"
- Precede-se a definição da "classe genérica" por:

  `template <`*`class nome-de-parâmetro`*`, ... >`
- Para se obter uma classe ordinária, é necessário instanciar os parâmetros, numa lista entre <> a seguir ao nome da classe genérica

MemoryCell *template* - interface

```
// a class for simulating a memory cell

template <class Object>
class MemoryCell
{
  public:
    explicit MemoryCell(const Object & initialValue = Object() );
            // valor defeito é construtor sem parâmetros
    const Object & read() const;
    void write(const Object & x);
  private:
    Object storedValue;
};
```


MemoryCell *template* - implementação

```
template <class Object>
MemoryCell<Object>::MemoryCell(const Object & initialValue) :
   storedValue(initialValue)
{}

template <class Object>
const Object & MemoryCell<Object>::read() const
{
  return storedValue;
}

template <class Object>
void MemoryCell<Object>::write(const Object & x)
{
  storedValue = x;
}
```

MemoryCell *template* - teste

```
int main()
{
  MemoryCell<int> m1;
  MemoryCell<string> m2 ("hello");

  m1.write(37);
  m2.write(m2.read() + " world" );
  cout << m1.read() << endl << m2.read() << endl;

  return 0;
}
```


matrix *template*

```
template <class Object>
class matrix
{
  private:
    vector< vector<Object> > array;

  public:
    matrix(int rows, int cols): array(rows)
    {
      for (int i=0; i<rows; i++)
         array[i].resize(cols);
    }
```

matrix *template*

```
    const vector<Object> & operator [] (int row) const
    { return array[row]; }

    vector<Object> & operator [] (int row)
    {  return array[row]; }

    int numrows() const
    { return array.size(); }

    int numcols() const
    { return numrows()>0 ? array[0].size() : 0 ; }

};
```

matrix - *operator []*

- operator [] tem duas versões
  - é `const` e retorna referência constante : acesso
  - não é `const` e retorna referência : mutação

Considere o seguinte método de cópia de matrizes:

```
void copy(const matrix<int> & from, matrix<int> & to)
{
  for(int i=0; i<to.numrows(); i++)
    to[i] = from[i];
}
```

- `operator[]` deve retornar uma referência
- mas assim, `from[i] = to[i]` é válido (não pode ser)
- Solução: operator[] deve retornar uma referência constante para `from` , mas uma referência não constante para `to`

Objetos funcionais

- É util passar funções como argumentos

```
bool less_than_7(int v) {
   return v<7;
}

void function1(vector<int> &v)
{
  vector<int>::iterator it = find_if(v.begin(), v.end(), less_than_7);
  // …
}
```

- Mas muitas vezes é necessário que a função chamada guarde valores entre invocações sucessivas ⇒ **uso de classes**

- Objeto funcional
  - Objeto de uma classe com um operador de função

Objetos funcionais

```
template <class T>
class Sum
{
    T res;
  public:
    Sum (T i=0) : res(i) {}
    void operator() (T x) { res += x; }
    T result() const { return res; }
};


template <class T, class Op>
Op for_each(T first, T last, Op f)
{
    while (first != last)
      f(*first++)
    return f;
}
```

Objetos funcionais

```
int main()
{
    vector<int> v;
    v.push_back(2);
    v.push_back(5);
    v.push_back(8);
    v.push_back(3);
    Sum<int> s;
    s = for_each(v.begin(), v.end(), s);
    cout << "The sum is " <<s.result();  << endl;

}
```

Resultado = ?