Standard Template Library

Di Paola Martín

martinp.dipaola <at> gmail.com

Facultad de Ingeniería
Universidad de Buenos Aires

De qué va esto?

- Standard Template Library
  - Containers
  - Iteradores
  - Algoritmos

Standard Template Library

Containers

Containers - Programar en C++ y no en C con objetos

C es muy eficiente, pero tareas simples pueden resultar titánicas.

Containers - Programar en C++ y no en C con objetos

C es muy eficiente, pero tareas simples pueden resultar titánicas.

- Manejo de texto.
- Armar un vector que aumente de tamaño.
- Frecuencia de elementos.
- Remover duplicados.

Containers - Programar en C++ y no en C con objetos

C es muy eficiente, pero tareas simples pueden resultar titánicas.

- Manejo de texto.
- Armar un vector que aumente de tamaño.
- Frecuencia de elementos.
- Remover duplicados.

C++ ofrece containers muy versátiles y eficientes. En C++, hay que programar en C++ y no en C!

Manejo de textos con std::string

Útil para el manejo de textos pero no para el manejo de blobs binarios.

```
1  std::string saludos = "Hola mundo!";
2
3  //Substring "ola"
4  std::string otro_string = saludos.substr(1, 3);
5
6  // Comparacion de strings
7  bool son_iguales = (saludos == otro_string);
8
9  // Concatenacion
10 otro_string = "H" + otro_string + " mundo!";
```

Adios los new[] con std::vector

Por ser RAII, es una alternativa al `new[]` (excepto para `Vector<bool>`)

`std::vector<char>` es una muy buena elección para manejar blobs binarios pero no para manejo de textos.

```
1 std::vector<char> data(256, 0);
2
3 char *buf = data.data();
4 file.read(buf, 256);
```

Cálculo de frecuencias con std::map (Arrays asociativos)

```
1  std::map<char, int> freq_de_caracteres;
2
3  std::string texto = "Lorem␣ipsum␣dolor␣sit␣amet,␣" /*...*/
4
5  for (int i = 0; i < texto.length(); ++i) {
6     char c = texto[i];
7     if (freq_de_caracteres.count(c)) {
8        freq_de_caracteres[c] += 1;
9     }
10    else {
11       freq_de_caracteres[c] = 1;
12    }
13 }
14
15 // vease tambien su version hash
16 std::unordered_map<K, V>
```

Remover duplicados con std::set

```
1  void remover_duplicados(std::list<int> &lista) {
2      std::set<int> unicos(lista.begin(), lista.end());
3      std::list<int> filtrado(unicos.begin(), unicos.end());
4
5      lista.swap(filtrado);
6  }
7
8  // vease tambien la version hash de set
9  std::unordered_set<K, V>
```

Y los clásicos de hoy y de siempre

```
1  std::list<int> lista;   // doubled "linked" list
2
3  lista.push_back(1);     lista.push_front(2);
4  lista.insert(...);      lista.erase(...);
5
6  std::stack<int> pila;
7
8  pila.push(1);
9  pila.pop();     // no devuelve nada!
10
11 std::queue<int> cola;
12
13 cola.push(1);
14 cola.pop();     // pull (no devuelve nada!)
15
16 // Para obtener el valor de un stack/queue
17 int i = pila.top(); int j = cola.front();
```

Custom: Containers, adapters y allocators

```
1 std::stack<int> pila;
2
3 std::stack<int, std::vector<int>> pila;
4
5 std::stack<int, std::vector<int, MyAlloc<int>>> pila;
```

- Algunos containers son en realidad adapters y podemos cambiar el container real que usan detras de escena.
- Más aun, podemos cambiar en donde allocan los objetos los containers: no usan `new` directamente sino que usan un alocador, un objeto que podemos cambiar.
- Como la customización se hace a traves de un parámetro template esta se hace en tiempo de compilación y no conlleva ningun overhead en runtime.

STL- Resumen

- Esto no es C. Hay una lib estándar más completa. Usarla. Un buen sitio para buscar info es http://www.cplusplus.com/reference/
- Los containers pueden ser muy eficientes si los eligen correctamente.

Standard Template Library

Iteradores

Iteradores - Abstracción del container

Muchos algoritmos son independientes del container sobre el que trabajan; sólo necesitan una forma de recorrerlos.

Iteradores - Abstracción del container

Muchos algoritmos son independientes del container sobre el que trabajan; sólo necesitan una forma de recorrerlos.

- Sumatoria de números de un container.
- Imprimir sus elementos.
- Búsqueda secuencial.

Iteradores - Abstracción del container

Muchos algoritmos son independientes del container sobre el que trabajan; sólo necesitan una forma de recorrerlos.

- Sumatoria de números de un container.
- Imprimir sus elementos.
- Búsqueda secuencial.

Los iteradores abstraen la forma de recorrer un container.
En C++, hay distintas clases de iteradores pero cada container sólo implementa aquellos que pueda hacerlos eficientemente.

Iteradores

```
1 | // Todos pueden
2 | ++it;          it++;
3 | it = itx;      Iter it(itx);
```

Iteradores

```
1 | // Todos pueden
2 | ++it;          it++;
3 | it = itx;      Iter it(itx);
```

```
4 | // Input (mutables)
5 | *it = t;       *it++ = t;
6 | //
```

Iteradores

```
1 | // Todos pueden
2 | ++it;          it++;
3 | it = itx;      Iter it(itx);
```

```
4 | // Input (mutables)
5 | *it = t;      *it++ = t;
6 | //
```

```
4 | // Output (inmutables)
5 | t = *it;      it->m;
6 | it == itx;    it != itx;
```

Iteradores

```
1 | // Todos pueden
2 | ++it;          it++;
3 | it = itx;      Iter it(itx);
```

```
4 | // Input (mutables)
5 | *it = t;      *it++ = t;
6 | //
```

```
4 | // Output (inmutables)
5 | t = *it;      it->m;
6 | it == itx;    it != itx;
```

```
7 | // Bidirectional
8 | --it;         it--;
```

Iteradores

```
1 | // Todos pueden
2 | ++it;          it++;
3 | it = itx;      Iter it(itx);
```

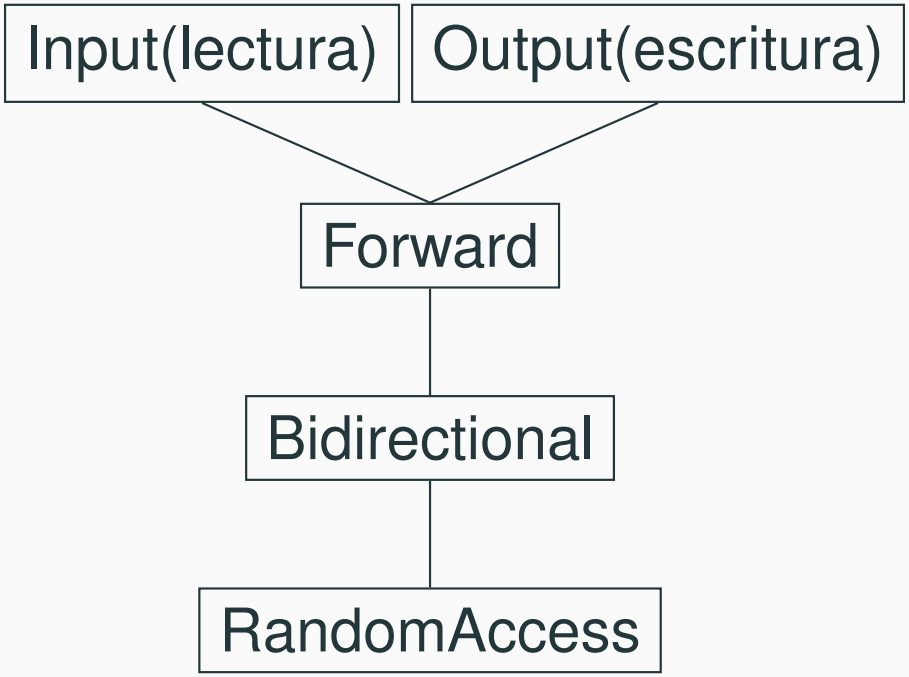
```
4 | // Input (mutables)
5 | *it = t;      *it++ = t;
6 | //
```

```
4 | // Output (inmutables)
5 | t = *it;      it->m;
6 | it == itx;    it != itx;
```

```
7 | // Bidirectional
8 | --it;         it--;
```

```
 9 | // RandomAccess (aka pointers)
10 | it + n;       it - n;       it[n];
11 | it += n;      it + itx;     it < n;
```

Iteradores


Input(lectura)
Output(escritura)
Forward
Bidirectional
RandomAccess

Lifetime de los iteradores

Mal, si el container es modificado los iteradores son inválidos:

```
1 std::list<int>::iterator it = lista.begin();
2 for (; it != lista.end(); ++it)
3    if (*it % 2 == 0)  // remover si es par
4       lista.erase(it); // el container fue modificado!!
```

Lifetime de los iteradores

Mal, si el container es modificado los iteradores son inválidos:

```
1 std::list<int>::iterator it = lista.begin();
2 for (; it != lista.end(); ++it)
3    if (*it % 2 == 0)  // remover si es par
4       lista.erase(it); // el container fue modificado!!
```

Bien:

```
1 std::list<int> tmp;
2 std::list<int>::iterator it = lista.begin();
3 for (; it != lista.end(); ++it)
4    if (*it % 2 != 0) // copiar si no es par
5       tmp.push_back(*it);
6 lista.swap(tmp);
```

Lifetime de los iteradores

Mal, si el container es modificado los iteradores son inválidos:

```
1 std::list<int>::iterator it = lista.begin();
2 for (; it != lista.end(); ++it)
3    if (*it % 2 == 0)  // remover si es par
4       lista.erase(it); // el container fue modificado!!
```

Bien:

```
1 std::list<int> tmp;
2 std::list<int>::iterator it = lista.begin();
3 for (; it != lista.end(); ++it)
4    if (*it % 2 != 0) // copiar si no es par
5       tmp.push_back(*it);
6 lista.swap(tmp);
```

Mucho mejor!:

```
1 bool es_par(const int &i) { return i % 2 == 0; }
2 std::remove_if(lista.begin(), lista.end(), es_par);
```

Standard Template Library

Algoritmos

Algortimos genéricos - Abstracción de código

```
1  // no compila por un mini detalle (typename)
2  template <class Container, class Val>
3  Container::iterator find(
4                           Container &v,
5                           const Val &val) {
6    Container::iterator it = v.begin();
7    Container::iterator end = v.end();
8
9    while (it != end and val != *it) {
10       ++it;
11   }
12
13   return it;
14 }
```

Intermezzo: typenames

```
1  struct List {
2      struct iterator {
3          /* ... */
4      };
5
6      List::iterator begin() {
7          return List::iterator(/*...*/);
8      }
9  };
```

- `List::iterator` hace referencia a un tipo (el `struct iterator` dentro de `List`)
- `List::begin` hace referencia a un método de `List`

Intermezzo: typenames

Cómo sabe el compilador que `Container::iterator` es un tipo y no un método si ni siquiera sabe que es `Container`?

```
1 template <class Container, class Val>
2 Container::iterator find(...) { ... }
```

Intermezzo: typenames

Cómo sabe el compilador que `Container::iterator` es un tipo y no un método si ni siquiera sabe que es `Container`?

```
1 template <class Container, class Val>
2 Container::iterator find(...) { ... }
```

La keyword `typename` permite diferenciar un método de un tipo.

```
1 template <class Container, class Val>
2 typename Container::iterator find(...) { ... }
```

Algortimos genéricos - Abstracción de código

```
1  // ahora si compila (siempre que Container y Val cumplan)
2  template <class Container, class Val>
3  typename Container::iterator find(
4                                    Container &v,
5                                    const Val &val) {
6    typename Container::iterator it = v.begin();
7    typename Container::iterator end = v.end();
8
9    while (it != end and val != *it) {
10       ++it;
11   }
12
13   return it;
14 }
```

Algoritmos con iteradores, no con containers

```
1 template <class Iterator, class Val>
2 Iterator find(Iterator &it, Iterator &end, const Val &val) {
3     while (it != end and val != *it) {
4         ++it;
5     }
6
7     return it;
8 }
```

Algortimos de la STL: menos código, menos bugs!

For each, (también conocido como map)

```
1 std::for_each(container.begin(), container.end(), func);
```

Algortimos de la STL: menos código, menos bugs!

Como imprimir al `stdout` un container (útil para debug)

```
1 template<class T>
2 void print_to_cout(const T &val) {
3     std::cout << val << "␣";
4 }
5
6 std::list<int> l;
7 for_each(l.begin(), l.end(), print_to_cout<int>);
```

Algortimos de la STL: menos código, menos bugs!

O con functors:

```
1  template<class T>
2  struct Printer {
3      std::ostream &out;
4
5      Printer(std::ostream &out) : out(out) {}
6
7      void operator()(const T &val) {
8          out << val << "␣";
9      }
10 };
11
12 std::list<int> l;
13 for_each(l.begin(), l.end(), Printer<int>(std::cout));
```

Algortimos de la STL: menos código, menos bugs!

Sorting

```
1 // usando el operador less < como ordenador
2 std::sort(container.begin(), container.end());
3
4 // usando la funcion/functor especifica
5 std::sort(container.begin(), container.end(), less_func);
6
7 // orden estable
8 std::stable_sort(container.begin(), container.end());
```

Searching (sobre containers ordenados)

```
1 // usando la misma funcion/functor que se uso para el
2 // ordenamiento (el operador less < es el default)
3 std::binary_seach(container.begin(), container.end(),
4                    val_to_be_found);
```

Algortimos de la STL: código con optimizaciones

Swap, con implementaciones especializadas para containers

```
1 int a = 1, b = 2;
2 std::swap(a, b);      // a == 2, b == 1 haciendo copias
3
4 std::list<int> a;
5 std::list<int> b;
6 std::swap(a, b);      // solo swap de punteros internos!
```

STL - Resumen

- El uso de templates, containers e iteradores puede dejar el código muy verbose, usar `typedef` y `using`
- Usar el operador de preincremento `++it` y no el de pos incremento para evitar copias.
- Busquen! `std::stack`, `std::queue`, `std::make_heap`, `std::set_intersection`, `std::set_union`, etc. Hay más contenedores y algoritmos listos para ser usados. Encuentrenlos y usenlos!

Appendix

Referencias

Referencias I

- http://cplusplus.com
- Herb Sutter.
  ***Exceptional C++: 47 Engineering Puzzles*.**
  Addison Wesley, 1999.
- Bjarne Stroustrup.
  ***The C++ Programming Language*.**
  Addison Wesley, Fourth Edition.