ESTRUCTURAS DE DATOS

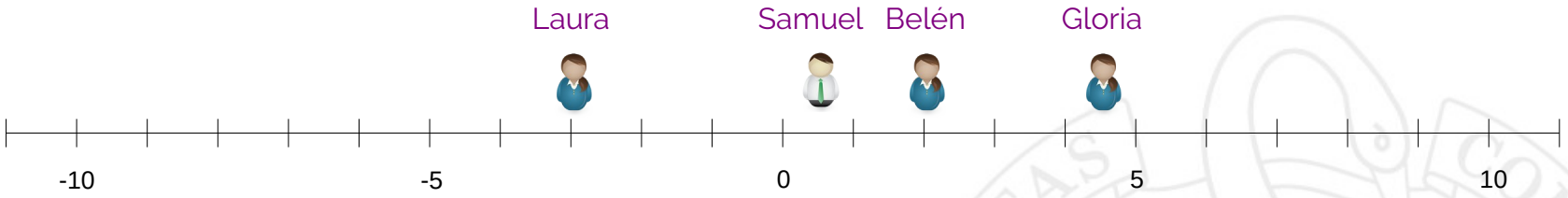
DICCIONARIOS

Relaciones de orden en ABBs

Manuel Montenegro Montes
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación
Facultad de Informática – Universidad Complutense de Madrid

Motivación

- Queremos simular el movimiento de varias personas en una calle recta:



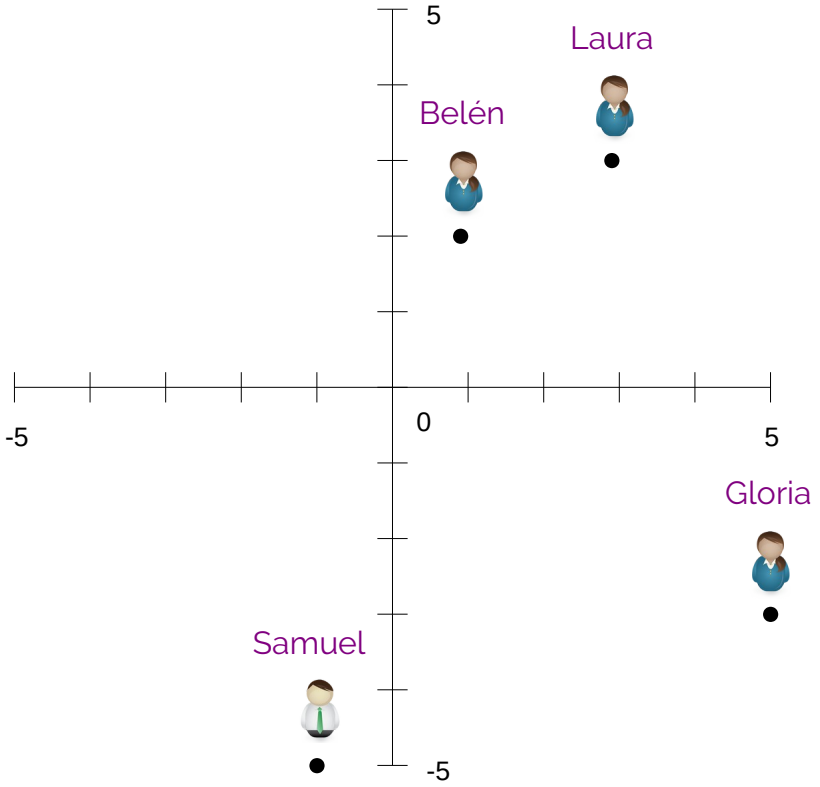
- ¿Cómo represento el estado actual?

```
MapTree<double, string> posiciones;

posiciones.insert({-3, "Laura"});
posiciones.insert({4.5, "Gloria"});
posiciones.insert({2, "Belén"});
posiciones.insert({0.5, "Samuel"});
```

Motivación

- ¿Hacemos lo mismo, pero ahora en un plano?




```
struct Coords {
  double x;
  double y;
};
```

```
MapTree<Coords, string> posiciones;
posiciones.insert({{3, 3}, "Laura"});
posiciones.insert({{5, -3}, "Gloria"});
posiciones.insert({{1, 2}, "Belén"});
posiciones.insert({{-1, -5}, "Samuel"});
```

¿Qué ha pasado?

- Obtenemos el siguiente error:

```
map_tree.h:127:30: error: no match for ‘operator<’ (operand types are ‘const Coords’
and ‘Coords’)
  127 |         } else if (entry.key < root→entry.key) {
      |                    ~~~~~~~~~~^~~~~~~~~~~~~~~~~
```

¿Qué ha pasado?

- A la hora de insertar nodos de un árbol binario de búsqueda, comparamos la clave que queremos insertar con algunos de los nodos del árbol:
  - *Si clave < nodo.clave, insertar en el hijo izquierdo.*
  - *Si nodo.clave < clave, insertar en el hijo derecho.*
- Utilizamos el operador `<` para comparar los nodos.
- ¡Este operador no está definido para el tipo `Coords`!

Solución 1: implementar <

Solución 1

```
struct Coords {
  double x;
  double y;
};

bool operator<(const Coords &p1,
               const Coords &p2) {
  return p1.x < p2.x
         || p1.x == p2.x && p1.y < p2.y;
}
```

- Orden **lexicográfico**:

  Compara las coordenadas x. En caso de igualdad, compara las coordenadas y.

¿Sirve cualquier definición de <?

- Tiene que cumplir las siguientes propiedades:
  - **Antirreflexiva**: Nunca se cumple $a < a$ para ningún a.
  - **Asimétrica**: Si $a < b$, entonces no se cumple $b < a$.
  - **Transitiva**: Si $a < b$ y $b < c$, entonces $a < c$.

  El compilador no comprueba que el `operator<` que definamos cumpla estas tres propiedades, pero si no las cumple, el ABB puede comportarse de manera inconsistente.
- La definición que escojamos determina el orden en el que iteremos sobre las entradas de un árbol.

Problemas

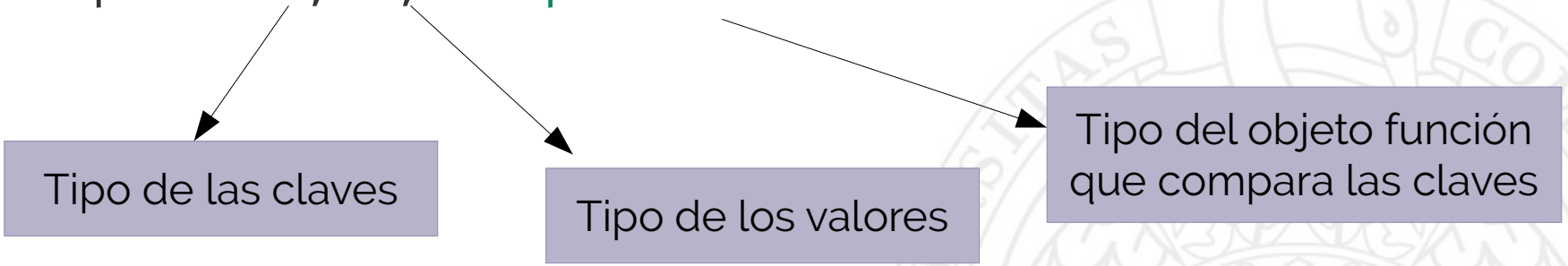
- Si definimos el operador < para un tipo de datos, este se aplica a todos los `MapTree` que utilicen ese tipo como clave.
- ¿Y si quiero utilizar una relación de orden para un `MapTree`, y otra relación distinta para otro `MapTree`?

Solución 2: parametrizar `MapTree`

Parametrizar `MapTree`

- Indicamos cómo comparar las claves mediante un **objeto función**.
- Consiste en añadir un tercer parámetro de tipo a `MapTree`:

```
MapTree<K, V, Comparator>
```



Parametrizar `MapTree`

- Indicamos cómo comparar las claves mediante un **objeto función**.
- Consiste en añadir un tercer parámetro de tipo a `MapTree`:

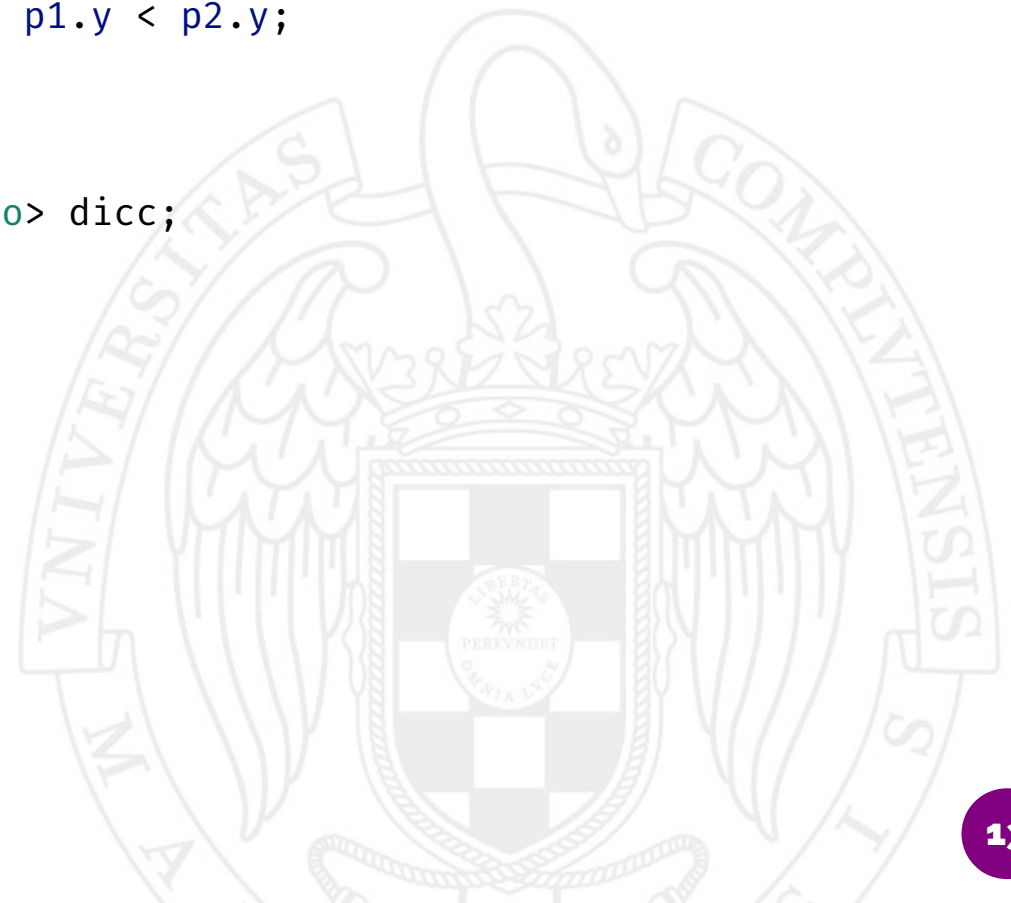
  ```
  MapTree<K, V, Comparator>
  ```

- La clase `Comparator` debe sobrecargar el operador `( )`.
  - La sobrecarga recibe dos parámetros.
  - Devuelve `true` si el primero es estrictamente menor que el segundo.

Objetos función

```
struct OrdenLexicografico {
  bool operator()(const Coords &p1, const Coords &p2) const {
    return p1.x < p2.x || p1.x == p2.x && p1.y < p2.y;
  }
};

MapTree<Coords, string, OrdenLexicografico> dicc;
dicc.insert({{3, 3}, "Laura"});
dicc.insert({{5, -3}, "Gloria"});
dicc.insert({{1, 2}, "Belén"});
dicc.insert({{-1, -5}, "Samuel"});
```



¿Y si quiero utilizar <?

- Utilizar solamente dos parámetros: tipo de las claves y valores.

```
MapTree<Coords, string> dicc;
dicc.insert({{3, 3}, "Laura"});
dicc.insert({{5, -3}, "Gloria"});
dicc.insert({{1, 2}, "Belén"});
dicc.insert({{-1, -5}, "Samuel"});
```

Implementación

```
template <typename K, typename V, typename ComparatorFunction = std::less<K>>
class MapTree {
   ...
private:
  struct Node { … };

  Node *root_node;
  int num_elems;
  ComparatorFunction less_than;

  …
}
```

Implementación: antes

```
template <typename K, typename V, typename ComparatorFunction = std::less<K>>
class MapTree {
   ...
private:
   ...
  ComparatorFunction less_than;

  static Node * search(Node *root, const K &key) {
    if (root == nullptr) {
      return nullptr;
    } else if (key < root→entry.key) {
      return search(root→left, key);
    } else if (root→entry.key < key) {
      return search(root→right, key);
    } else {
      return root;
    }
  }

};
```

Implementación: después

```
template <typename K, typename V, typename ComparatorFunction = std::less<K>>
class MapTree {
   ...
private:
   ...
  ComparatorFunction less_than;

  static Node * search(Node *root, const K &key) {
    if (root == nullptr) {
      return nullptr;
    } else if (less_than(key, root->entry.key)) {
      return search(root->left, key);
    } else if (less_than(root->entry.key, key)) {
      return search(root->right, key);
    } else {
      return root;
    }
  }

};
```