UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS EN C++

Prof. Marlon Brenes y Prof. Federico Muñoz
Escuela de Física, Universidad de Costa Rica

EFis Escuela de Física

Introducción

- La programación orientada a objetos (OOP) es un modelo de programación computacional que organiza el diseño de software alrededor de los **datos**, en lugar de funciones y lógica funcional
  - Un objeto puede ser definido como un **campo de datos** que contiene ciertos **atributos** y **comportamiento**

- El enfoque en OOP se refiere a la manipulación directa de estos objetos, en lugar de enfocarse en la parte lógica
  - Este modelo se utiliza para proyectos grandes y complejos, que requieren mantenimiento continuo
  - e.g., programas para manufactura y diseño, aplicaciones para dispositivos móviles, proyectos científicos abiertos a la comunidad, etc.

Introducción

- Una ventaja de la OOP es su beneficio con respecto a proyectos colaborativos
  - El proyecto se puede dividir en grupos con enfoque en unidades e interoperabilidad
  - Cada unidad se encapsula en **clases**

- Otras ventajas incluyen
  - Reusabilidad
  - Escalabilidad
  - Eficiencia

Introducción

- El primer ejercicio en el diseño de una aplicación bajo el modelo OOP is colectar todos los objetos que se deben manipular e identificar como se conectan el uno con el otro
  - Dicho procedimiento se conoce como **modelado de datos**
  - e.g., un objeto puede ser una persona.
  - Dicha persona tiene **atributos**, tales como nombre, tamaño, peso…
  - La persona opera mediante **métodos**, tales como caminar, moverse…

- Una vez identificado un objeto, se clasifica dentro de una **clase**
  - Una clase es una prescripción - una firma que identifica como un objeto puede ser creado, copiado y manipulado

Estructura en OOP

- **Clases**: es un tipo de datos definido por el usuario y actúa como una prescripción para la creación de objetos que contiene **atributos** y **métodos**

- **Objetos**: son instancias de una clase, construidos con datos específicamente definidos. Una clase es la declaración, un objeto existe al momento de la **construcción**

- **Métodos**: son funciones definidas dentro de la clase que describen el comportamiento del objeto. El modelo de programación se basa en la reusabilidad de estos métodos

- **Atributos**: datos que contienen información requerida por el objeto para su clasificación

Principios de la OOP

- **Encapsulación**: La información importante está contenida dentro del objeto. Solamente información selecta se expone. La implementación y estados de un objeto se mantienen de forma privada dentro de la clase. Solo los atributos y métodos **públicos** son accesibles

- **Abstracción**: Los objetos solo revelan mecanismos internos relevantes para el uso de otros objetos. La información interna de operatividad innecesaria se esconde al usuario para prevenir su uso incorrecto

- **Herencia**: Las clases pueden utilizar código de otras clases mediante el establecimiento de relaciones que se establecen entre ellas

- **Polimorfismo**: Los objetos son diseñados para compartir cierto comportamiento y pueden tomar más de una forma. El programa determina cual significado y uso es necesario al momento de crear un objeto. El polimorfismo permite la existencia de objetos de diferentes tipos mediante las mismas interfaces

Beneficios de la OOP

- **Modularidad**: La encapsulación permite que los objetos sean autocontenidos

- **Reutilización**: La herencia permite la reutilización de código existente

- **Productividad**: Se pueden construir nuevos programas mediante bibliotecas y código reutilizable

- **Flexibilidad**: El polimorfismo permite que una sola función se adapte a la clase en la cual está ubicada

OOP en C++

```cpp
#include <iostream>

class Rectangle
{
  public:
    float width; // Atributos
    float height;
    float area(); // Declaración de una función miembro
};

float Rectangle::area(){ // Implementación de la función miembro

  return width * height;
}

int main(){

  Rectangle a; // Construcción por defecto

  a.width = 5.0; // Acceso y modifico atributos
  a.height = 2.0;

  std::cout << a.area() << std::endl; // Invocación de la función miembro

  return 0;
}
```

- `rectangle.cpp`

Miembros públicos y privados

- Atributos y miembros públicos son visibles fuera de la clase

- Atributos y miembros privados son visibles solamente dentro de la clase

```cpp
#include <iostream>

class MyClass
{
  public:
    int a;
  private:
    int b;
};

int main(){

  MyClass m;

  m.a = 4; // Esto está bien
  m.b = 3; // Error de compilación: b es privado

  return 0;
}
```

- `private_and_public.cpp`

Punteros a objetos

```cpp
#include <iostream>

class Rectangle
{
  public:
    float width; // Atributos
    float height;
    float area(); // Declaración de una función miembro
};

float Rectangle::area(){ // Implementación de la función miembro

  return width * height;
}

int main(){

  Rectangle a, *b, *c; // "b" y "c" son punteros a objectos de tipo Rectangle

  a.width = 5.0; // Acceso y modifico atributos
  a.height = 2.0;

  c = &a; // "c" apunta a "a"

  b = new Rectangle; // "b" apunta a un nuevo objecto creado en el heap
                     // sus miembros se accesan con un operador distinto: ->
  b->width = 2.0;
  b->height = 4.0;

  std::cout << a.area() << std::endl;
  std::cout << b->area() << std::endl;

  c->width = 12.0;
  std::cout << a.area() << std::endl; // Modificar "c" modifica "a"

  delete b; // "b" debe borrado del heap

  return 0;
}
```

- `rectangle_2.cpp`

EFis Escuela de Física

Referencias a objetos

```cpp
#include <iostream>

class Rectangle
{
  public:
    float width; // Atributos
    float height;
    float area(); // Declaración de una función miembro
};

float Rectangle::area(){ // Implementación de la función miembro

  return width * height;
}

int main(){

  Rectangle a;

  Rectangle &c = a; // "c" es una referencia a "a"

  a.width = 5.0; // Acceso y modifico atributos
  a.height = 2.0;

  std::cout << a.area() << std::endl;

  c.width = 12.0; // Modificar "c" modifica "a"
                  // Nótese que usamos el operador "." en lugar de "->"
  std::cout << a.area() << std::endl; // Modificar "c" modifica "a"

  return 0;
}
```

- `rectangle_3.cpp`

EFis Escuela de Física

Constructores y destructores de objetos

- El **constructor** es una función que ejecuta los pasos necesarios para **crear** un objeto de **manera correcta**

- El **destructor** es una función que ejecuta los pasos necesarios para **destruir** un objeto de **manera correcta**

- Si no se especifican de manera explícita, son creados por el compilador (default)
  - Dichos métodos ubican las variables miembros en memoria y borran estas variables de memoria

- El **constructor** es llamado cuando un objeto es **declarado**, mientras que el **destructor** es invocado cuando el objeto sale de **scope**

- Para **punteros a objetos**, el **constructor** es invocado al usar el operador **new**, mientras que el **destructor** se llama al momento de usar **delete**

- Es posible diseñar un **constructor personalizado**

Constructores y destructores de objetos

```cpp
#include <iostream>

class Rectangle
{
  public:
    Rectangle(float a, float b); // Constructor personalizado
    float width; // Atributos
    float height;
    float area(); // Declaración de una función miembro

  private:
    Rectangle(); // El constructor base puede ser escondido como
                 // privado, de manera tal que no se pueda construir
                 // un rectángulo sin dimensiones
};

Rectangle::Rectangle(float a, float b){
  width = a;
  height = b;
}

Rectangle::Rectangle(){ // El constructor base se deja vacío

}

float Rectangle::area(){ // Implementación de la función miembro

  return width * height;
}

int main(){

  Rectangle a(5.0, 2.0);
  std::cout << a.area() << std::endl;

  // Rectangle b; // Esto no compila, el constructor base es privado

  return 0;
}
```

- `rectangle_4.cpp`

EFis Escuela de Física

Clases que manejan recursos de memoria

- La situación es más complicada cuando nuestras clases hacen llamados a asignar memoria en el heap
  - La clase debe ser diseñada de manera tal que el destructor libere la memoria del objeto para evitar *memory leaks*

- Analicemos el ejemplo:
  - `myvector.cpp`

Constructores copia (*copy constructor*)

- Un constructor copia es un método (función) que crea un objeto mediante inicialización con otro objeto de la misma clase que ha sido creado previamente. Los constructores copia se utilizan para:
  - Inicializar objetos del mismo tipo
  - Copiar un objeto para ser pasado como argumento de una función
  - Copiar un objeto para ser utilizado como valor de retorno en una función
  - Sintaxis: `MyClass(const MyClass &obj)`

- Al igual que el constructor y el destructor, el compilador genera un constructor copia por defecto si uno no está definido en el *scope* de la clase

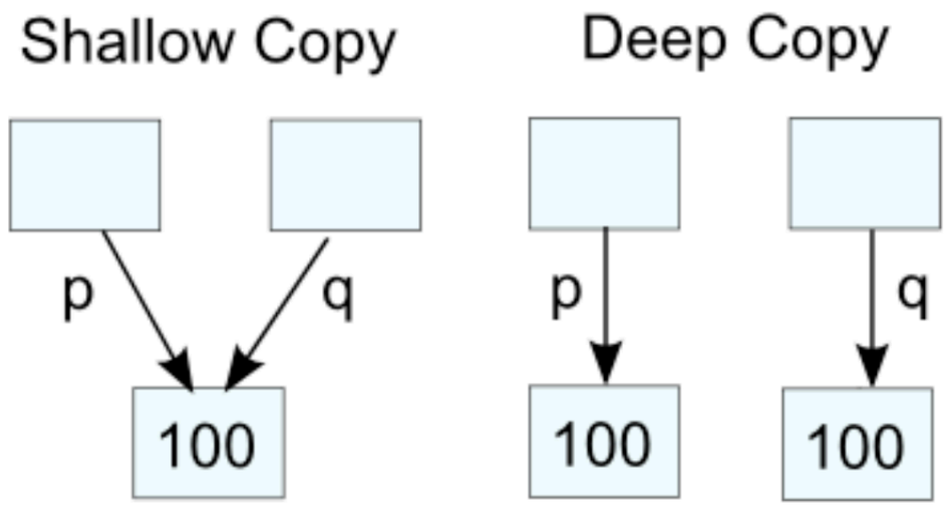
Constructores copia (*copy constructor*)

- Analicemos los ejemplos:
  - **`rectangle_5.cpp`**
  - **`rectangle_6.cpp`**

Copias profundas vs copias superficiales (*deep and shallow copies*)

- Si la clase maneja un recurso mediante uno o más punteros, el constructor copia definido por el compilador (*default copy constructor*) no duplica la información a la cual el puntero apunta, solamente copia el puntero
  - A esto se le conoce como copia superficial (*shallow copy*)

- Una copia profunda (*deep copy*) se refiere a una completa duplicación, genera un puntero nuevo y asigna los datos del objeto del cual se hace la copia



Copias profundas vs copias superficiales (*deep and shallow copies*)

- Analicemos los ejemplos:
  - **`myvector_shallow.cpp`**
  - **`myvector_deep.cpp`**

El puntero `this`

- Los objetos tienen implementados internamente un puntero que contiene la dirección de memoria del objeto como tal: es un puntero a la referencia del objeto (cuidado)

- Cada llamado a un miembro o a un atributo de la clase dentro del objeto como tal, son llamados equivalentes a realizar la operación con el puntero `this->` antepuesto

- Es muy útil, por ejemplo, para cuando necesitamos retornar un puntero o referencia al objeto en una función miembro

- Ejemplo: operador de asignación

Constructor copia (copy constructor) vs operador de asignación (assignment operator)

- Un constructor copia se utiliza para inicializar un objeto que *está* previamente sin inicializar, utilizando los datos de algún otro objeto del mismo tipo
- El operador de asignación se utiliza para reemplazar los datos de un objeto previamente inicializado con los datos de algún otro objeto

- Analicemos el ejemplo:
  - `rectangle_copy_vs_assignment.cpp`

La regla de tres

- Si una clase define uno o más de los siguientes miembros, MUY probablemente deba definir todos los tres:
  - Destructor
  - Constructor copia
  - Operador de asignación

Archivos *header* (cabeceros) y *source* (fuente)

- Esta estructura permite ordenar el código de manera concisa para mantener modularidad

  - La estructura se basa en crear un archivo header (usualmente con terminación `.hpp`) en el cual yace la declaración de la clase
  - Este archivo va acompañado de un archivo source (usualmente con terminación `.cpp`) donde yace la implementación de la clase

- Analicemos el ejemplo:
  - **`header/*`**

- Para compilar:

```
g++ -c myvector.cpp
g++ -c main.cpp
g++ myvector.o main.o -o myvector.x
```

EFis Escuela de Física

Herencia (*inheritance*)

- Herencia es la construcción lógica en OOP en la cual una nueva clase es definida con base en la declaración de otra clase

  - La lógica que se implementa es la lógica "es un"
  - Un perro "es un" animal, una casa "es un" edificio…

- La declaración de un miembro protegido (`protected`) permite establecer miembros y métodos que son visibles solamente dentro de la clase y sus clases derivadas, mientras que siguen siendo invisibles fuera de la clase

- Analicemos el ejemplo:
  - **`inheritance/*`**

Herencia (*inheritance*)

- Si no se especifica, el constructor de una clase derivada invoca el constructor por defecto de su pariente

- El destructor de una clase derivada siempre invoca el destructor de su pariente

- Los constructores se invocan en el orden: pariente -> derivada

- Los destructores se invocan en el orden: derivada -> pariente