Polimorfismo y Ligadura Dinámica

Prof. Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Programación y Diseño Orientado a Objetos

Doble Grado en Ingeniería Informática
y Administración y Dirección de Empresas

(Curso 2023-2024)

Créditos

- Las siguientes imágenes e ilustraciones son libres y se han obtenido de:
  - Emojis, `https://pixabay.com/images/id-2074153/`
- El resto de imágenes e ilustraciones son de creación propia, al igual que los ejemplos de código

Objetivos

- Entender los conceptos polimorfismo y ligadura dinámica
- Saber usar dichos mecanismos
- Saber detectar situaciones en las que es procedente el uso de dichos mecanismos
- Saber realizar diseños para dar solución a dichas situaciones

Contenidos

Introducción

Java: Introducción a polimorfismo y ligadura dinamica

```
1 class Empleado { // entre otras cosas ...
2   float calculaSueldo() { return . . . }
3 }
4 class Comercial extends Empleado { // entre otras cosas ...
5   float calculaSueldo() {
6     return super.calculaSueldo() + . . .
7   }
8 }
9 class Directivo extends Empleado {  // entre otras cosas ...
10  float calculaSueldo() {
11    return super.calculaSueldo() + . . .
12  }
13 }
14
15 // En algún otro sitio ...
16 ArrayList<Empleado> listaDeEmpleados = new ArrayList<>();
17 listaDeEmpleados.add (new Empleado (. . .));
18 listaDeEmpleados.add (new Comercial (. . .));
19 listaDeEmpleados.add (new Directivo (. . .));
20
21 // Se quiere calcular el total de todos los sueldos
22 float sueldosTotales = 0.0f;
23 for (Empleado unEmpleado : listaDeEmpleados) {
24   sueldosTotales += unEmpleado.calculaSueldo();
25 }
```

Polimorfismo

- Capacidad de un identificador de referenciar objetos de diferentes tipos (clases)
  - En lenguajes sin declaración de variables se da de forma natural y sin limitaciones
  - Ruby no utiliza el mecanismo de declaración de variables. Cualquier variable puede referenciar cualquier tipo de objeto
  - En lenguajes con declaración de variables con un tipo específico existen limitaciones al respecto
- Principio de sustitución de Liskov:
  - Si B es un subtipo de A, se pueden utilizar instancias de B donde se esperan instancias de A
  - Por ejemplo:
    - ★ Si `Director` es subclase de `Persona` se puede usar una instancia de `Director` donde se puedan usar instancias de `Persona`.
    - ★ Recordar la relación es-un:
      `Director` es-una `Persona` (a todos los efectos)

Tipo estático y dinámico

- **Tipo estático**: tipo (clase) del que se declara la variable
- **Tipo dinámico**: clase al que pertenece, **en un momento determinado**, el objeto referenciado por una variable

Java: Tipo estático y dinámico

```
1 ArrayList<Empleado> listaDeEmpleados = new ArrayList<>();
2 listaDeEmpleados.add (new Empleado (. . .));
3 listaDeEmpleados.add (new Comercial (. . .));
4 listaDeEmpleados.add (new Directivo (. . .));
5
6 // Se quiere calcular el total de todos los sueldos
7 float sueldosTotales = 0.0f;
8 for (Empleado unEmpleado : listaDeEmpleados) {
9   sueldosTotales += unEmpleado.calculaSueldo();
10 }
```

★ ¿Cuál es el tipo estático de `unEmpleado`?

★ ¿Y su tipo dinámico?

★ ¿Se puede saber con solo mirar el código?

Ligadura dinámica

- **Ligadura estática**:
  El enlace del código a ejecutar asociado a una llamada a un método se hace en tiempo de compilación (permitida en C++)
- **Ligadura dinámica**:
  El tipo dinámico determina el código que se ejecutará asociado a la llamada de un método
  - Hace que cobre sentido el polimorfismo

Java: Ligadura dinámica

```
1  class Empleado { // entre otras cosas ...
2    float calculaSueldo() { return . . . }
3  }
4  class Comercial extends Empleado { // entre otras cosas ...
5    float calculaSueldo() { return super.calculaSueldo() + . . . }
6  }
7  class Directivo extends Empleado {  // entre otras cosas ...
8    float calculaSueldo() { return super.calculaSueldo() + . . . }
9  }
10
11 // En algún otro sitio . . .
12 for (Empleado unEmpleado : listaDeEmpleados) {
13   sueldosTotales += unEmpleado.calculaSueldo();
14 }                    // ¿Qué implementación de  calculaSueldo  se va a ejecutar?
```

Ejemplo

Java: Ejemplo de polimorfismo y ligadura dinámica

```
1  class Persona {
2      public String andar() {
3          return ("Ando como una persona");
4      }
5
6      public String hablar() {
7          return ("Hablo como una persona");
8      }
9  }
10
11 class Profesor extends Persona{
12     @Override
13     public String hablar() {
14         return ("Hablo como un profesor");
15     }
16 }
17 //**********************************
18
19 public static void main(String[] args) {
20     Persona p=new Persona();
21     Persona p2=new Profesor(); // Puede también referenciar un Profesor
22
23     p.hablar();  // "Hablo como una persona"
24     p2.hablar(); // "Hablo como un profesor"
25 }
```

Reglas

- El tipo estático limita:
  - Lo que puede referenciar una variable
    - ★ Instancias de la clase del tipo estático o de sus subclases
  - Los métodos que pueden ser invocados
    - ★ Los disponibles en las instancias de la clase del tipo estático

Java: Ejemplo

```
1  class Profesor extends Persona{
2
3      public String impartirClase() {
4          // Este método no lo tiene Persona ni ninguna de sus superclases
5          return ("Impartiendo clase");
6      }
7  }
8  //*********************************
9
10 public static void main(String[] args) {
11     Persona p=new Profesor();
12
13     // Error de compilación. Las personas no tienen ese método
14     p.impartirClase();
15
16     //Error de compilación. Object no es subclase de Persona
17     p=new Object();
18 }
```

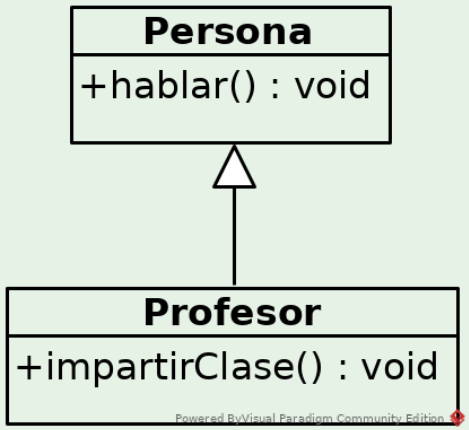
Casts

- Se le indica al compilador que considere, temporalmente, que el tipo de una variable es otro
  - Solo para la instrucción en la que aparece y con limitaciones
- Downcasting:
  - Se indica al compilador que considere, temporalmente, que el tipo de la variable es una subclase del tipo con que se declaró
  - Permite invocar métodos que sí existen en el tipo del cast pero que no están en el tipo estático de la variable
- Upcasting:
  - Se indica al compilador que considere, temporalmente, que el tipo de la variable es superclase del tipo con que se declaró
  - Normalmente es innecesario y redundante
- Importante:
  - Las operaciones de casting no realizan ninguna transformación en el objeto referenciado
  - Tampoco cambian el comportamiento del objeto referenciado

Ejemplo

Java: Ejemplo de casts

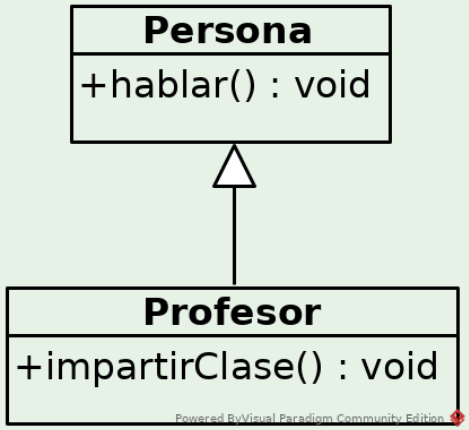
```
1  public static void main(String[] args) {
2      Persona p = new Profesor();   // El objeto es un Profesor
3                                    // y siempre lo será, a pesar de los casts
4
5      // Error de compilación. Las personas no tienen ese método
6      p.impartirClase();
7
8      //Error de compilación. En general una Persona no es un Profesor
9      Profesor prof = p;
10
11     ((Profesor) p).impartirClase();
12     Profesor profe = (Profesor) p;
13
14     profe.hablar(); // "Hablo como un profesor"
15
16     // Upcast innecesario y sin efectos
17     ((Persona) profe).hablar(); // "Hablo como un profesor"
18
19     // Upcast implícito y sin efectos
20     Persona p2 = profe;
21     p2.hablar(); // "Hablo como un profesor"
22 }
```



Ejemplo

Java: Ejemplo de casts con errores de ejecución

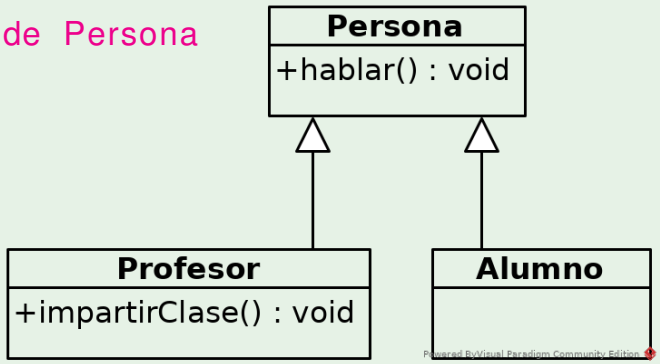
```
1  public static void main(String[] args) {
2
3    // Errores en tiempo de ejecución
4    // java.lang.ClassCastException: Persona cannot be cast to Profesor
5
6    Persona p = new Persona();
7    Profesor profe = (Profesor) p;     // Error
8
9    profe = ((Profesor) new Persona());      // Error
10
11   ((Profesor) p).impartirClase(); // Error
12
13   ((Profesor) ((Object) new Profesor())).impartirClase(); // OK
14
15 }
```



Ejemplo

Java: Ejemplo de casts entre clases “hermanas”

```
1  class Alumno extends Persona {
2      // Clase "hermana" de Profesor
3      // Alumno y Profesor son descendientes directos de Persona
4  }
5
6  public static void main(String[] args) {
7
8    // Error de compilación. Tipos incompatibles
9    Alumno a1 = new Profesor();
10
11   // Error de compilación. Tipos incompatibles
12   Alumno a2 = (Alumno) new Profesor();
13
14   // Error en tiempo de ejecución
15   // java.lang.ClassCastException: Profesor cannot be cast to Alumno
16   Alumno a3 = ((Alumno) ((Persona) new Profesor()));
17
18 }
```



Comprobaciones explícitas de tipos

- Deben evitarse las comprobaciones explícitas de tipos

Java: Mal ejemplo

```
1  public static void main(String[] args) {
2
3    Empleado e;
4    Random r = new Random();
5
6    if (r.nextBoolean()) {
7        e = new Comercial ("Pepe");
8    } else {
9        e = new Directivo ("Pepe");
10   }
11
12   // Nada recomendable
13   // Mal diseño
14   // No lo hagáis
15   // Lo digo en serio, no hagáis este tipo de diseños
16   String s;
17   if (e instanceof Empleado) {
18       s = "Soy " + e.getNombre();
19   } if (e instanceof Directivo) {
20       s = "Soy " + e.getNombre() + ", soy directivo";
21   } else if (e instanceof Comercial) {
22       s = "Soy " + e.getNombre() + ", soy comercial";
23   } else s = "";
24   System.out.println (s);
25 }
```

Comprobaciones explícitas de tipos

- Deben evitarse las comprobaciones explícitas de tipos

Java: Forma correcta de proceder

```
1 class Empleado {
2   private String nombre;
3   public Persona(String n) { nombre=n; }
4   public String getNombre() { return nombre; }
5   public String presentacion () { return ("Soy " + nombre); }
6 }
7
8 class Comercial extends Empleado {
9   public Comercial (String n) { super(n); }
10  @Override
11  public String presentacion () { return (super.presentacion() + ", soy comercial"); }
12 }
13
14 class Directivo extends Empleado {
15  public Directivo (String n) { super(n); }
16  @Override
17  public String presentacion () { return (super.presentacion() + ", soy directivo"); }
18 }
```

Comprobaciones explícitas de tipos

- Deben evitarse las comprobaciones explícitas de tipos

Java: Forma correcta de proceder

```
1  public static void main(String[] args) {
2
3    Empleado e;
4    Random r = new Random();
5
6    if (r.nextBoolean()) {
7        e = new Comercial ("Pepe");
8    } else {
9        e = new Directivo ("Pepe");
10   }
11
12   // Tenemos el comportamiento correcto de forma automática
13
14   System.out.println (e.presentacion());
15 }
```

Detalles adicionales

- Con ligadura dinámica, siempre se comienza buscando el código asociado al método invocado en la clase que coincide con el tipo dinámico de la referencia
- Si no se encuentra se busca en la clase padre
- Así sucesivamente hasta encontrarlo o hasta que no existan ascencientes
- Esto sigue siendo cierto para métodos invocados desde otros métodos

Detalles adicionales

Ruby: Búsqueda del método a ejecutar

```ruby
class Padre

  def interno
    puts "Interno padre"
  end

  def metodo
    puts "Voy a actuar: "
    interno
  end

end

class Hija < Padre

  def interno
    puts "Interno hijo"
  end

end

Padre.new.metodo  # Voy a actuar: Interno padre
Hija.new.metodo   # Voy a actuar: Interno hijo
```

Polimorfismo y ligadura dinámica → *Diseño* ←

- Estos mecanismos permiten crear diseños y codificaciones claros y fácilmente mantenibles
  - Volver a comparar las líneas 16 a 24 de la transparencia 15 con la línea 14 de la transparencia 17

    (¡y solo hay involucradas 3 clases!)
- Deben tenerse en cuenta cuando:
  - Varias clases tienen el mismo método pero con distintas implementaciones
  - Existe relación de herencia entre dichas clases
  - No se sabe, a priori, a qué objeto concreto se le va a enviar el mensaje asociado a dicho método

Polimorfismo y Ligadura Dinámica

Prof. Francisco Velasco Anguita

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Programación y Diseño Orientado a Objetos

Doble Grado en Ingeniería Informática
y Administración y Dirección de Empresas

(Curso 2023-2024)