Programación orientada a objetos: Simula y Smalltalk

Paradigmas de la Programación

FaMAF – UNC 2015

capítulo 11

basado en filminas de Vitaly Shmatikov

Joe Armstrong, the principal inventor of Erlang:

> *The problem with object-oriented languages is they've got all this implicit environment that they carry around with them. You wanted a banana but what you got was a gorilla holding the banana and the entire jungle.*

Simula 67

- primer lenguaje orientado a objetos
- una extensión de Algol 60 para simulación, pero luego se reconoce como de propósito general
- estandarizado en 1977
- inspiración para muchos otros, en particular, smalltalk y C++

historia

Dahl and Nygaard at the time of Simula's development

- lenguaje de simulación
- centro noruego
- Dahl, Myhrhaug, Nygaard
  - Nygaard era un especialista en investigación operativa y activista político, pretendía que
    - los lenguajes pudieran describir sistemas industriales y sociales
    - la gente común pudiera entender cambios políticos

influencia de Algol 60

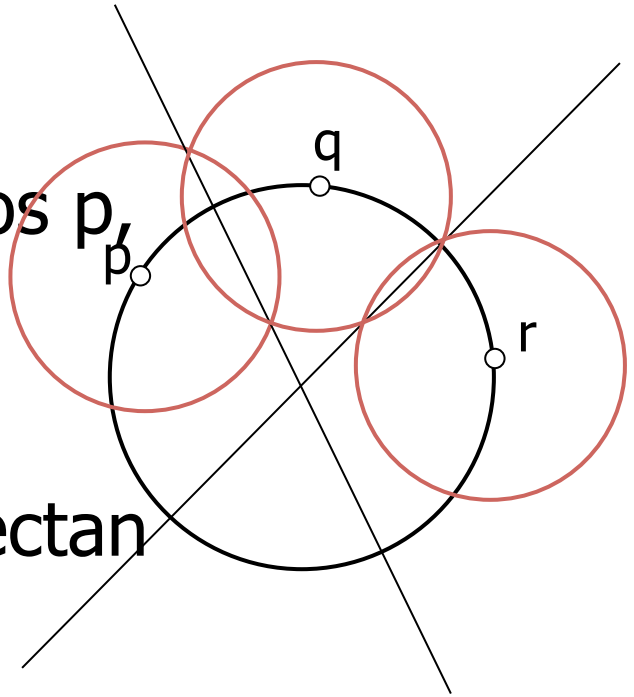
- características que añade
  - concepto de clase
  - variables de referencia (punteros a objetos) y pasaje por referencia
  - co-rutines
  - char, text, I/O
- características que elimina
  - el pasaje de parámetros por defecto ya no es pass-by-name
  - algunos requisitos de inicialización de variables
  - variables “own” (parecidas a variables estáticas en C)
  - tipo string (se sustituye por el tipo text)

objetos en Simula

- clase
  - un procedimiento que devuelve un puntero a su activation record
- objeto
  - activation record que se produce al llamar a una clase
- acceder un objeto
  - acceder cualquier variable o procedimiento local usando notación de punto
- manejo de memoria
  - recolección de basura
  - no están bien vistos los destructores definidos por el usuario

ejemplo: círculos y líneas

- problema
  - encontrar centro y radio del círculo que pasa por los puntos p, q y r
- solución
  - dibujar círculos que se intersectan
  - dibujar líneas a través de la intersección de los círculos
  - la intersección de las líneas es el centro del círculo que se busca



modelar esto en simula

- los puntos, líneas y círculos son objetos
- operaciones asociadas a los objetos
  - punto

    equality(anotherPoint) : boolean

    distance(anotherPoint) : real
  - línea

    parallelto(anotherLine) : boolean

    meets(anotherLine) : REF(Point)
  - círculo

    intersects(anotherCircle) : REF(Line)

clase punto en simula

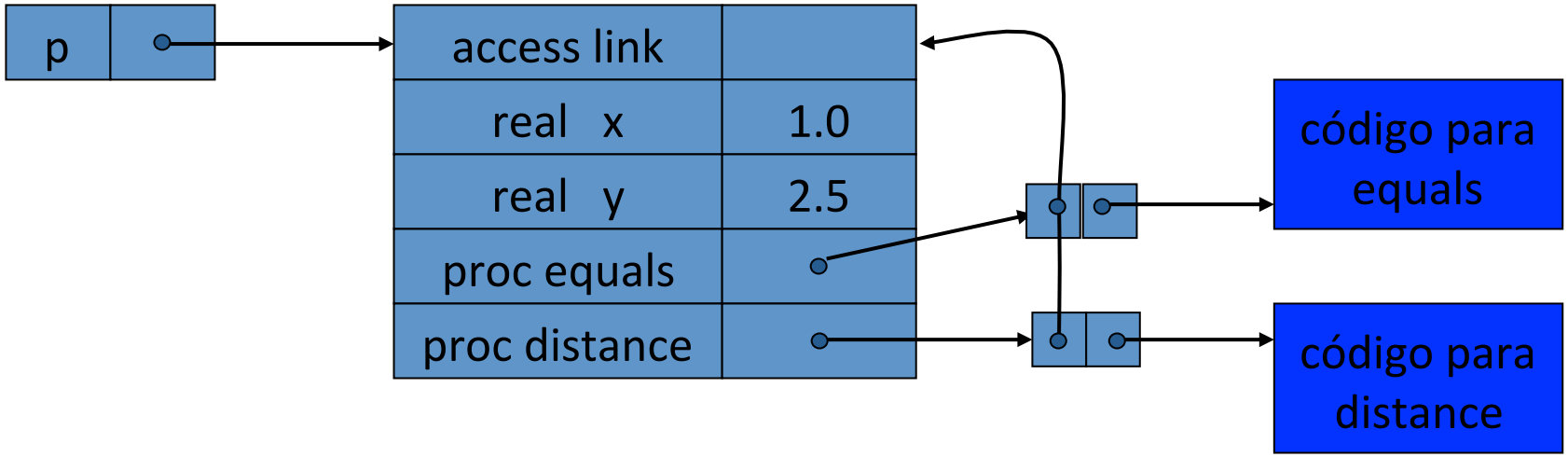
```
class Point(x,y); real x,y;
        begin
          boolean procedure equals(p); ref(Point) p;
              if p =/= none then
                  equals := abs(x - p.x) + abs(y - p.y) < 0.00001
          real procedure distance(p); ref(Point) p;
              if p == none then error else
                  distance := sqrt(( x - p.x )**2 + (y - p.y) ** 2);
end ***Point***

p :- new Point(1.0, 2.5);
q :- new Point(2.0,3.5);
if p.distance(q) > 2 then ...
```

el argumento p es un puntero a Point

un ptr no inicializado
tiene el valor none

asignación de puntero

cómo se representan los objetos



Object un objeto se representa con un activation record con un access link para encontrar las variables globales con alcance estático

clase línea en simula

```
class Line(a,b,c); real a,b,c;
    begin
      boolean procedure parallelto(l); ref(Line) l;
          if l =/= none then  parallelto := ...
      ref(Point) procedure meets(l); ref(Line) l;
          begin real t;
              if l =/= none and ~parallelto(l) then ...
          end;
     real d;   d := sqrt(a**2 + b**2);
     if d = 0.0 then error else
          begin
              d := 1/d;
              a := a*d;  b := b*d;  c := c*d;
          end;
  end *** Line***
```

variables locales

line determined by ax+by+c=0

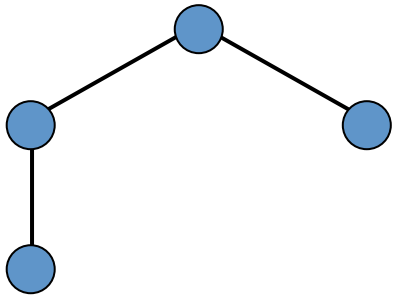
procedimientos

inicialización

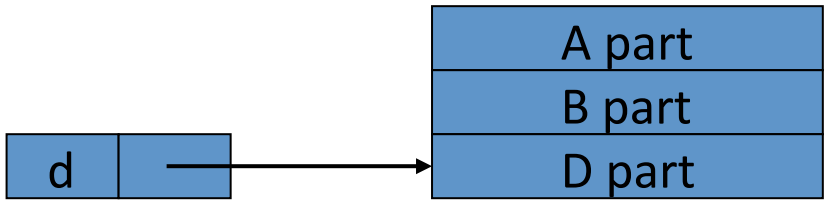
clases derivadas en simula

- cuando se declara una clase se le puede prefijar el nombre de otra clase

```
    class A
A class B
A class C
B class D
```



- un objeto de una clase “prefijada” es la concatenación de objetos de cada clase del prefijo



subtipado

- el tipo de un objeto es su clase
- el tipo de una subclase se trata como un subtipo del tipo asociado con la superclase
- ejemplo:
  - class A(…); ...
  - A class B(…); ...
  - ref (A) a :- new A(…)
  - ref (B) b :- new B(…)
  - a := b /* legal porque B es una subclase de A */
  - ...
  - b := a /* también legal, pero hay que comprobarlo en tiempo de ejecución*/

principales características orientadas a objetos

- clases
- objetos
- herencia (“prefijado de clases”)
- subtipado
- métodos virtuales: se puede redefinir una función en una subclase

que NO tenía Simula 67

- encapsulación: se pueden acceder todos los datos y funciones
- sin mecanismo self/super (a diferencia de Smalltalk)
  - pero se puede usar la expresión this⟨class⟩ para referirse al objeto en sí mismo
- sin variables de clase, pero con variables globales
- sin excepciones

resumen de Simula

- una clase es un procedimiento que devuelve un puntero a un activation record, el código de inicialización se ejecuta siempre como cuerpo del procedimiento
- un objeto es una clausura creada por una clase
- sin encapsulación
- subtipado mediante jerarquia de clases
- herencia por prefijado de clases

Smalltalk

- el lenguaje importante que popularizó objetos
- desarrollado en Xerox PARC
- extiende y desarrolla la metáfora de objetos
  - algunas ideas de Simula, pero muy distinto
  - todo es un objeto, incluso una clase (como en Lisp "todo es una lista")
  - todas las operaciones son mensajes a objetos
  - muy flexible y poderoso: un objeto que recibe un mensaje que no entiende, trata de inferir qué puede hacer

la aplicación que motivó el desarrollo: Dynabook

- concepto desarrollado por Alan Kay
- una computadora chica, portable
- para esa aplicación, Smalltalk debía ser
  - un lenguaje de programación e interfaz al sistema operativo
  - orientado a “no programadores”
  - con un editor específico del lenguaje

Smalltalk hoy

- http://www.fast.org.ar/

terminología Smalltalk

- objeto instancia de una clase
- clase define el comportamiento de sus objetos
- selector nombre de un mensaje
- mensaje selector con valores para sus parámetros
- método código que usa una clase para responder a un mensaje
- variable de instancia datos guardados en un objeto
- subclase clase definida como modificaciones incrementales a una superclase

ejemplo: clase punto

nombre	Point
superclase	Object
variable de clase	pi
variable instancia	x y
mensajes y métodos de la clase	
⟨...nombres y código de los métodos...⟩	
mensajes y métodos de la instancia	
⟨...nombres y código de los métodos...⟩	

mensajes y métodos de la clase

```
newX:xvalue Y:yvalue | |
        ^ self new x: xvalue y: yvalue

newOrigin | |
        ^ self new x: 0 y: 0

initialize | |
        pi <- 3.14159
```

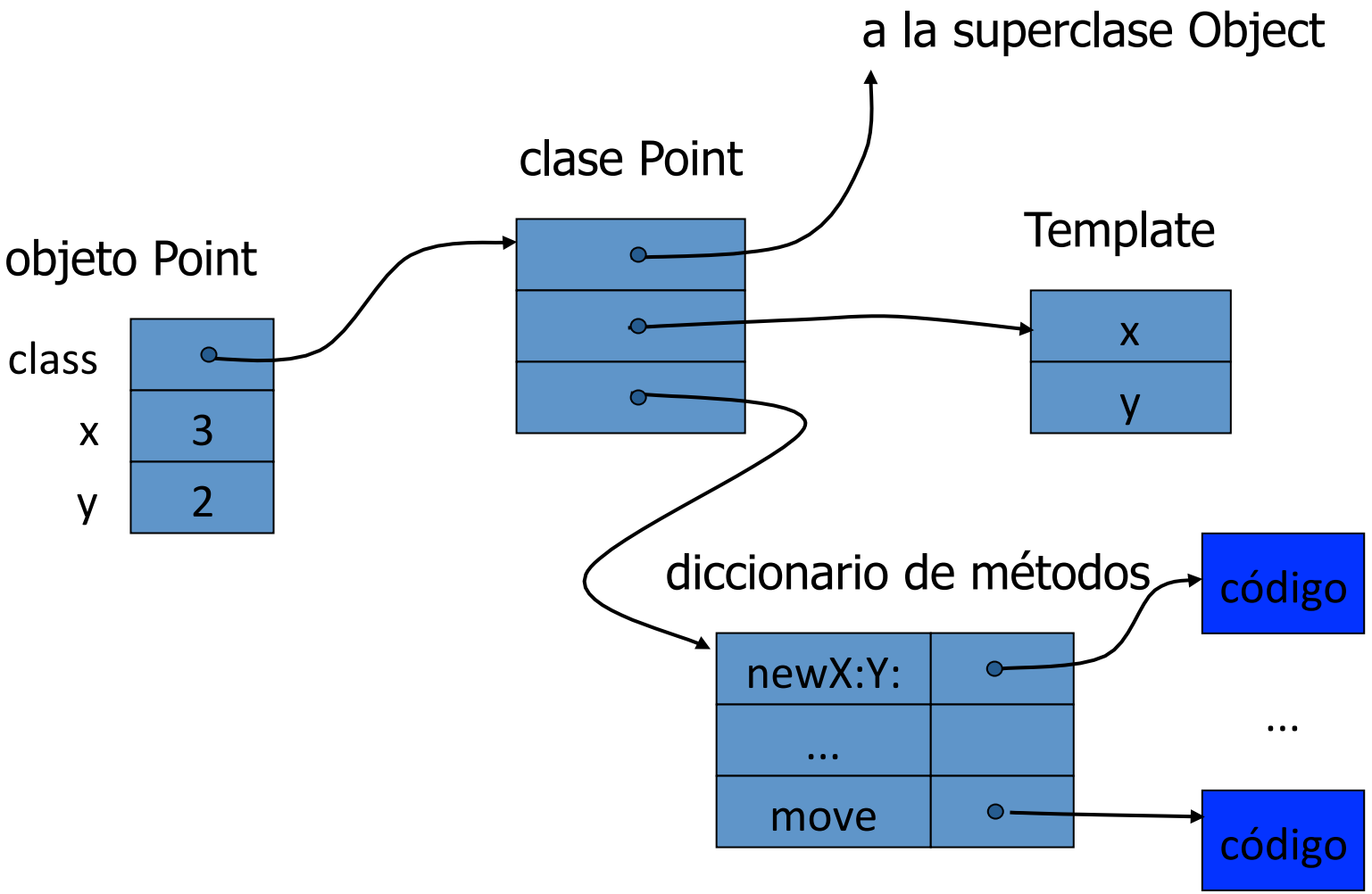
- el selector es `newX:Y:`, por ejemplo `Point newX:3 Y:2`
- `^` marca el valor de retorno
- `| |` marca el alcance de una declaración local
- `<-` es asignación
- `new` es un método para toda clase, heredado de Object
- el método `initialize` fija pi

mensajes y métodos de la instancia

```
x: xcoord y: ycoord | |
      x <- xcoord
      y <- ycoord
moveDx: dx Dy: dy | |
      x <- dx + x
      y <- dy + y
x | | ^x
y | | ^y
draw | |
      ⟨...código para
dibujar point...⟩
```

- se instancian las coordenadas x e y, e.g., pt x:5 y:3
- se mueve point en la cantidad establecida
- se devuelve la variable de instancia oculta x
- se devuelve la variable de instancia oculta
- se dibuja el punto en la pantalla

representación de Point en tiempo de ejecución



herencia

definir puntos coloreados a partir de puntos

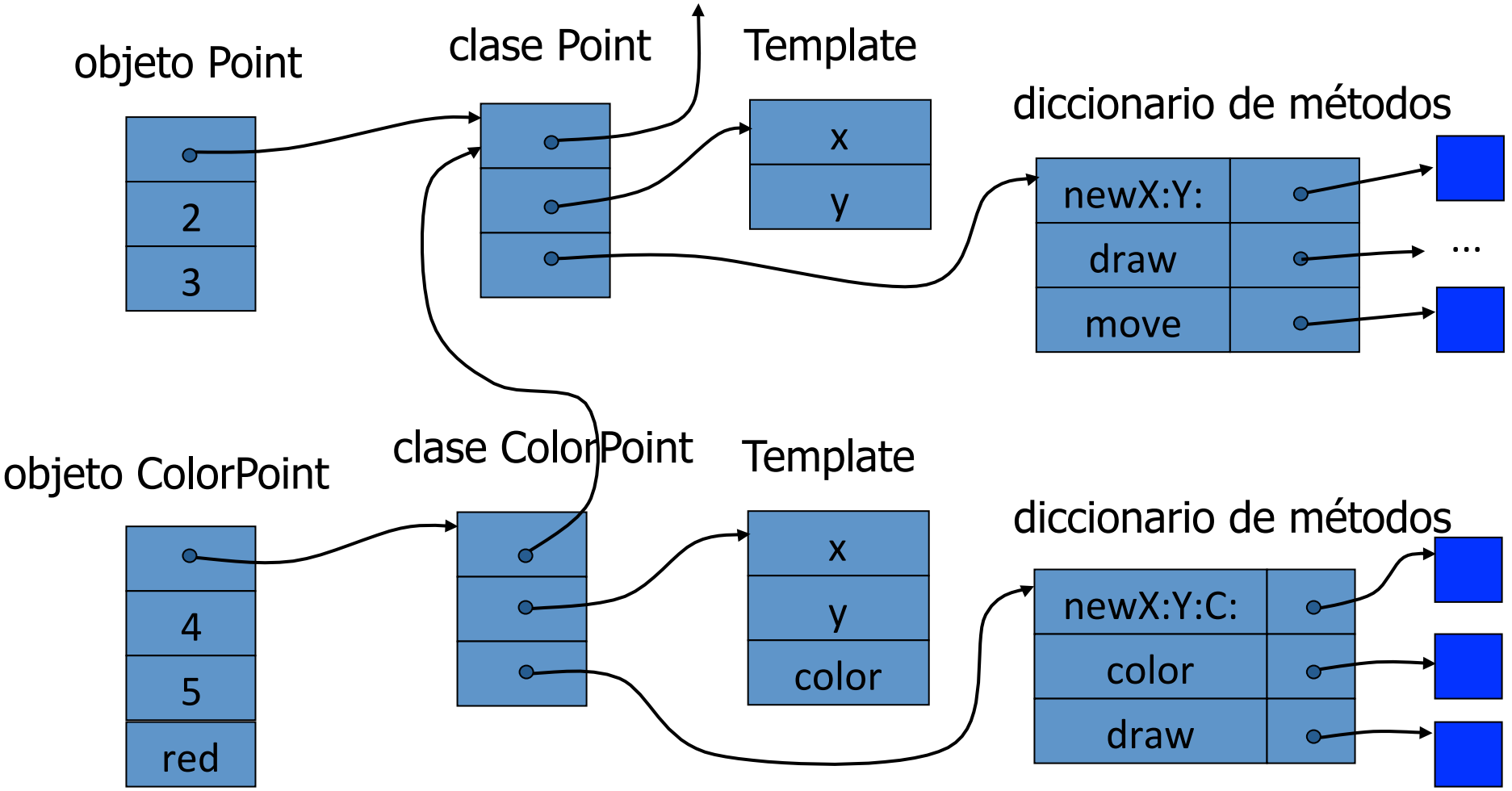
nombre de clase	ColorPoint
superclase	Point
variables de clase	
variables de instancia	color
métodos y mensajes de clase	
newX:xv Y:yv C:cv	⟨ … código… ⟩
métodos y mensajes de instancia	
color	| | ^color
draw	⟨ … código… ⟩

nueva variable de instancia

nuevo método

sobreescribe el método de Point

representación en tiempo de ejecución



esto es un esquema conceptual, las implementaciones pueden ser muy distintas

encapsulación en Smalltalk

- los métodos son públicos
- las variables de instancia están ocultas
  - invisibles para otros objetos...
  - ... pero las pueden manipular los métodos de subclase
    - esto limita la forma de establecer invariantes
    - ejemplo:
      - una superclase mantiene una lista ordenada de mensajes con algún selector, por ejemplo, insert
      - una subclase puede acceder esta lista directamente y reordenarla

tipos de objetos

- cada objeto tiene una interfaz
  - interfaz = conjunto de métodos de instancia declarados en la clase
  - ejemplo:

```
Point      { x:y:, moveDx:Dy:, x, y, draw}
ColorPoint { x:y:, moveDx:Dy:, x, y, color, draw}
```

  - es una forma de tipo
    - sólo los nombres de los métodos, nada sobre los argumentos de los métodos
- uso de objetos con tipo
  - cuando se envía un mensaje a un objeto...

```
p draw                    p  x:3 y:4
q color                   q  moveDx: 5 Dy: 2
```

  - la expresión anda si el mensaje está en la interfaz

subtipado

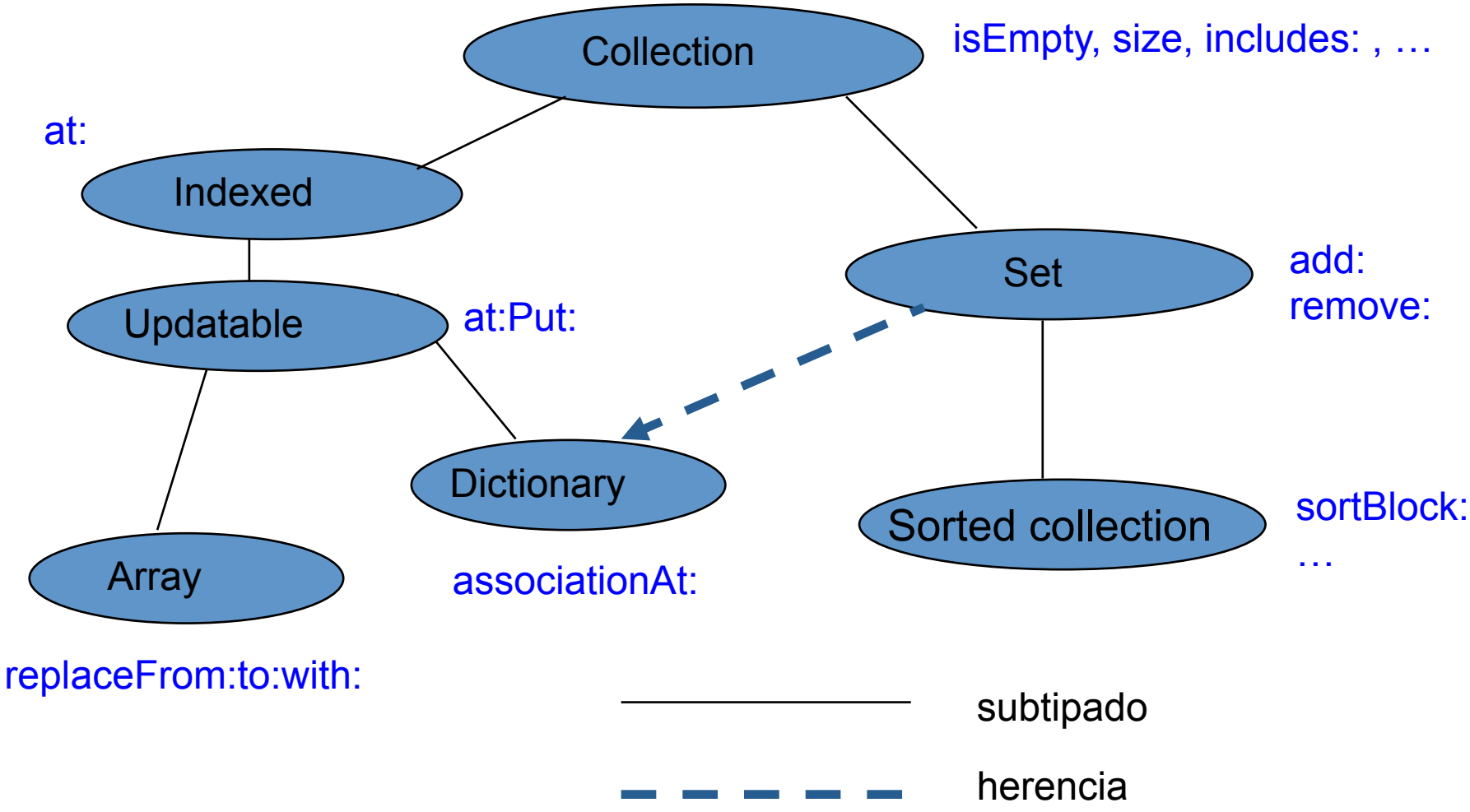
- relación entre interfaces
  - supongamos que la expresión tiene sentido

    p msg:params -- funciona si msg está en la interfaz de p
  - substituimos p por q si la interfaz de q contains contiene a la interfaz de p
- subtipado
  - si la interfaz es un superconjunto, entonces es un subtipo
  - ej: ColorPoint es un subtipo de Point
  - a veces llamado “conformidad”

Subtipado y herencia

- el subtipado es implícito
  - no es parte del lenguaje
  - es un aspecto importante de cómo se construyen los sistemas
- la herencia es explícita
  - se usa para implementar sistemas
  - no fuerza la relación a subtipado

jerarquía de collection



flexibilidad de Smalltalk

- expresividad: se pueden definir las construcciones del lenguaje en el lenguaje mismo?
  - Lisp cond: Lisp permite formas especiales definidas por el usuario
  - ML datatype: suficiente para definir listas polimórficas, equivalentes al tipo lista built-in
  - ML overloading: no está disponible para el programador
- Smalltalk es expresivo en este sentido
  - muchas construcciones primitivas en otros lenguajes se pueden definir en Smalltalk (e.g., Booleanos y Bloques)

Booleanos y Bloques Smalltalk

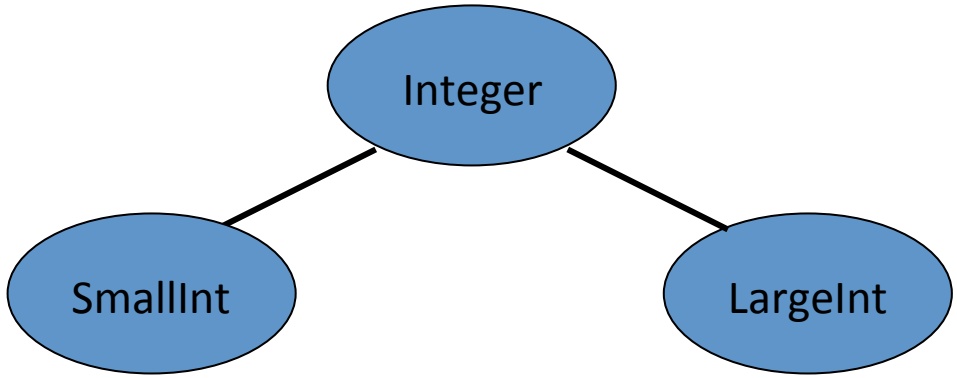
- el valor Booleano es un objeto con ifTrue: ifFalse:
  - clase boolean con subclases True y False
  - True ifTrue:B1 ifFalse:B2 ejecuta B1
  - False ifTrue:B1 ifFalse:B2 ejecuta B2

expresión de ejemplo:

```
i < j  ifTrue: [i add 1] ifFalse: [j subtract 1]
```

  - i < j es una expresión booleana, produce un objeto booleano
  - los argumentos son bloques, objetos que ejecutan métodos
- los booleanos y los bloques son muy comunes
  - hay una optimización para booleanos
  - sintaxis especial para bloques

Self y Super




```
Factorial | |
      self <= 1
           ifTrue: [^1]
           ifFalse: [^(self-1) factorial * self ]
```

- este método se puede implementar en Integer, y funciona incluso si SmallInt y LargeInt se representan distinto
- los sistemas de tipos de C++ y Java no toleran esto

test de Ingalls

- Dan Ingalls: diseñador principal del sist Smalltalk
  - recibió el premio Grace Murray Hopper por su trabajo en Smalltalk y gráficos Bitmap en Xerox PARC
- propone un test para saber si algo es "orientado a objetos"
  - se puede definir un nuevo tipo de entero, poner tus nuevos enteros en rectángulos (que ya son parte del sistema de ventanas), pedirle al sistema que oscurezca un rectángulo, y que todo funcione?
  - Smalltalk pasa, C++ falla

operaciones de enteros en Smalltalk

- expresión de enteros

```
x plus: 1 times: 3 plus: (y plus: 1) print
```

- propiedades
  - todas las operaciones se ejecutan enviando mensajes
  - si `x` es de algún nuevo tipo de entero, la expresión tiene sentido siempre que `x` tenga los métodos `plus, times, print`

en realidad el compilador tiene algunas optimizaciones hardcodeadas, pero se revierte a esto si x no es un entero built-in

costes y beneficios del "verdadero OO"

- por qué sirve el test de Ingalls?
  - asegura que todo es un objeto
  - se acceden los objetos sólo desde la interfaz
  - facilita la extensión de los programas
- cuál es el coste de implementación?
  - cada operación sobre enteros requiere una llamada a métodos (a no ser que haya optimizaciones de compilador)
  - vale la pena?

resumen de Smalltalk

- clase: crea objetos que comparten métodos
  - punteros al template, diccionario, clase madre
- objetos: creados por una clase, contienen variables de instancia
- Encapsulación
  - los métodos son públicos, las variables de instancia son ocultas
- subtipado: implícito, sin sistema de tipos estático
- herencia: subclases, self, super