Classes Abstratas e Interfaces

Mário Meireles Teixeira
mario@deinf.ufma.br

Principais conceitos

- Classes abstratas
- Interfaces
- Herança múltipla

Simulações (1)

- Programas são normalmente utilizados para simular atividades do mundo real, tais como:
  - tráfego de uma cidade;
  - previsão do tempo;
  - processos nucleares;
  - flutuações do mercado de ações;
  - mudanças ambientais.

Simulações (2)

- Freqüentemente, são apenas simulações parciais, baseadas em um modelo do mundo real
- Em geral, elas envolvem simplificações:
  - Muitos detalhes têm o potencial de fornecer mais precisão
  - Porém, na maioria das vezes, mais detalhes exigem mais recursos:
    - Capacidade de processamento
    - Tempo de simulação

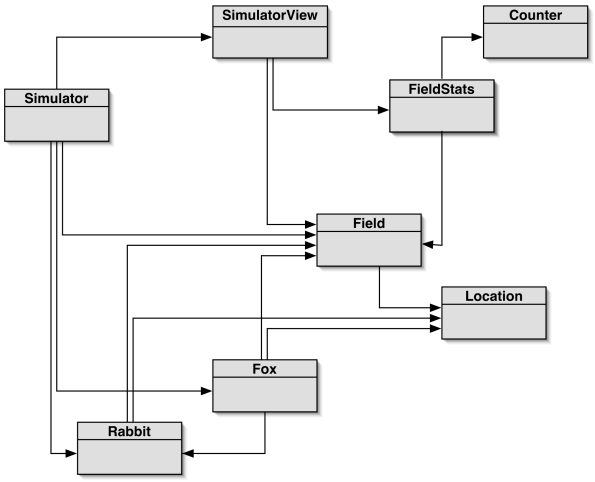
Benefícios das simulações

- Viabilizam previsões
  - Meteorologia, mercado de ações
- Permitem experimentação
  - Mais segura, mais barata, mais rápida, simulação de cenários incomuns
- Por exemplo:
  - 'Como a vida selvagem seria afetada se dividirmos esse parque nacional com uma estrada?'
  - 'Quantos funcionários devo contratar para reduzir pela metade o tempo de espera dos clientes em fila?'
  - 'Qual o efeito de colocar mais uma CPU no meu computador?'

Simulações predador/presa

- Freqüentemente, há um equilíbrio tênue entre as espécies:
  - Muitas presas significam muita comida
  - Muita comida estimula um número maior de predadores
  - Mais predadores comem mais presas
  - Menos presas significam menos comida
  - Menos comida significa ...

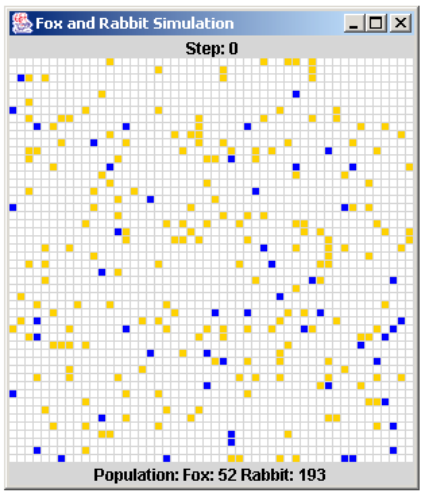
O projeto “raposas-e-coelhos”



Principais classes

- **`Fox`**
  - Modelo simples de um tipo de predador
- **`Rabbit`**
  - Modelo simples de um tipo de presa
- **`Simulator`**
  - Gerencia a tarefa geral de simulação
  - Armazena uma coleção de raposas e coelhos
- **`Field`**
  - Representa um campo em 2D
- **`Location`**
  - Representa uma posição em 2D
- **`SimulatorView`, `FieldStats`, `Counter`**
  - Apresenta uma visualização do campo/simulação
  - Armazenam estatísticas sobre a simulação

Exemplo de visualização



Estado de um coelho

```
public class Rabbit
{
    Campos estáticos omitidos

    // Características individuais

    // A idade do coelho
    private int age;
    // Se o coelho está ou não vivo
    private boolean alive;
    // A posição do coelho
    private Location location;

    Método omitido
}
```

Comportamento de um coelho

- Gerenciado a partir do método `run`
  - Coelhos só sabem correr
- Idade incrementada em cada etapa da simulação
  - Um coelho poderia morrer nesse ponto
- Coelhos com idade suficiente poderiam procriar em cada fase
  - Novos coelhos poderiam nascer nesse ponto

Simplificações de coelho

- Coelhos não têm sexos diferentes
  - Na verdade, todos são fêmeas
- O mesmo coelho poderia procriar em cada fase
- Todos os coelhos morrem com a mesma idade
- Outros?

Estado de uma raposa

```
public class Fox
{
    Campos estáticos omitidos

    // A idade da raposa
    private int age;
    // Se a raposa está ou não viva
    private boolean alive;
    // A posição da raposa
    private Location location;
    // O nível de saciedade da raposa, que aumenta
    // quando ela come coelhos
    private int foodLevel;

    Métodos omitidos
}
```


Comportamento de uma raposa

- Gerenciado a partir do método `hunt`
  - Raposas só sabem caçar
- Raposas também envelhecem e procriam
- Elas têm fome
- Elas caçam em locais adjacentes a sua posição no campo

Configuração de uma raposa

- Simplificações semelhantes a coelhos
- Caçar e comer poderiam ser modelados de diferentes maneiras.
  - O nível de alimentos deve ser cumulativo?
  - Uma raposa fica saciada?
  - Qual é a probabilidade de uma raposa faminta caçar?
- As simplificações são aceitáveis?

A classe `Simulator`

- Três componentes-chave:
  - Configuração da simulação no construtor
  - O método `populate`:
    - A cada animal é dada uma idade inicial aleatória
    - Os animais são espalhados aleatoriamente pelo campo
  - O método `simulateOneStep`:
    - Itera pela população de animais
    - Dois objetos `Field` são utilizados: `field` e `updatedField`

Simulação de um passo

```
for(Iterator iter = animals.iterator();
                              iter.hasNext(); ) {
  Object animal = iter.next();
  if(animal instanceof Rabbit) {
      Rabbit rabbit = (Rabbit)animal;
      if(rabbit.isAlive())
         rabbit.run(updatedField, newAnimals);
      else
         iter.remove();
  }
  else if(animal instanceof Fox){
    Fox fox = (Fox)animal;
    if(fox.isAlive())
       fox.hunt(field, updatedField, newAnimals);
    else
       iter.remove();
    }
}
```

Retorna `true` se tipo dinâmico de `animal` for `Fox` ou subclasse de `Fox`

Espaço para aprimoramento

- `Fox` e `Rabbit` têm grandes semelhanças, mas não têm uma superclasse comum
- `Simulator` está fortemente acoplada a classes específicas
  - Ela 'conhece' bastante o comportamento das raposas e dos coelhos

A superclasse `Animal`

- Colocar campos comuns em `Animal`:
  - `age`, `alive`, `location`
- Método genérico em Animal:
  - `run` e `hunt` tornam-se `act`
- `Simulator` agora pode ser significativamente desacoplada:
  - Possui um método que permite que um animal atue, redefinido em cada subclasse (polimorfismo)

Iteração (genérica) aprimorada

```
public class Simulator
{
  public void simulateOneStep()
  {
    ...
    for(Iterator iter = animals.iterator();
                                iter.hasNext(); )
    {
       Animal animal = (Animal)iter.next();
       if(animal.isAlive()) {
         animal.act(field, updatedField, newAnimals);
       }
       else {
          iter.remove();
    }
    ...
  }
}
```

O método `act` em `Animal`

- Verificação de tipo estático pelo compilador requer um método `act` em `Animal`, pois não há nenhuma implementação óbvia compartilhada
- Define `act` como abstrato:

```
abstract public void act(Field currentField,
                         Field updatedField,
                         List newAnimals);
```

- O tipo dinâmico da variável determina se de fato a ação será executada para raposas ou coelhos

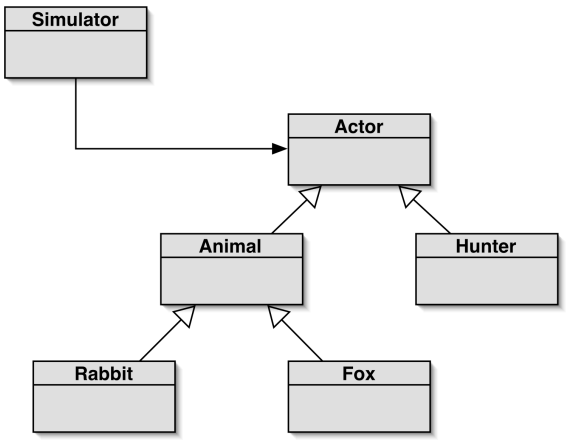
A classe `Animal`

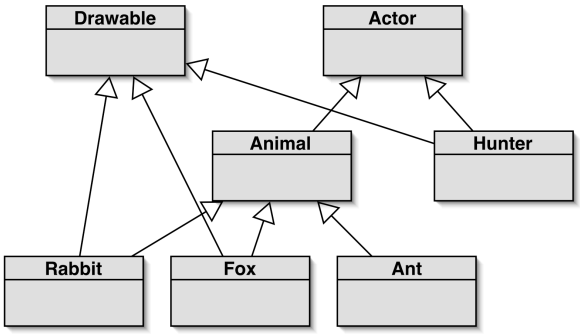
```
public abstract class Animal
{
    campos omitidos

    /**
     * Faz com que esse animal atue - isto é: faz
     * com que ele realize seja lá o que ele queira/
     * precise realizar.
     */
    abstract public void act(Field currentField,
                             Field updatedField,
                             List newAnimals);

    outros métodos omitidos
}
```

Classes Abstratas

- Métodos abstratos têm `abstract` na assinatura e não têm nenhum corpo → tornam a classe abstrata
- Classes abstratas não podem ser instanciadas → não criam objetos
- Uma classe abstrata serve apenas como uma superclasse para outras classes
- Uma subclasse (concreta) de uma classe abstrata deve fornecer uma implementação para todos os métodos abstratos herdados. Caso contrário, ela mesma será abstrata

Mais abstração






```
for(Iterator it = actors.iterator(); it.hasNext()) {
  Actor actor = (actor) it.next();
  actor.act(...);
}
for(Iterator it = drawables.iterator(); it.hasNext()) {
  Drawable item = (drawable) it.next();
  item.draw(...);
}
```

Em vez de percorrer o campo inteiro, pode-se percorrer uma coleção separada de atores desenháveis

Herança múltipla

- Faz com que uma classe herde diretamente de múltiplas superclasses
- Cada linguagem tem suas próprias regras
  - Como resolver as definições de concorrência?
- O Java proíbe herança múltipla para classes
- Porém permite para interfaces, numa forma limitada

Uma interface `actor`

```
public interface Actor
{
    /**
     * Implementa o comportamento do ator.
     * Transfere o ator para updatedField se ele for
     * participar das etapas posteriores da simulação
     */
    void act(Field currentField, Location location,
             Field updatedField);
}
```


Classes "implementam" interfaces

```
public class Fox extends Animal implements Drawable
{
    ...
}

public class Hunter implements Actor, Drawable
{
    ...
}
```

- Na prática, "herança múltipla"
- Todos os métodos de uma interface são abstratos, nenhum corpo é permitido (implícito `abstract`).
- Interfaces não possuem construtores; métodos são todos públicos
- Apenas campos constantes são permitidos (implícitos `public static final`)

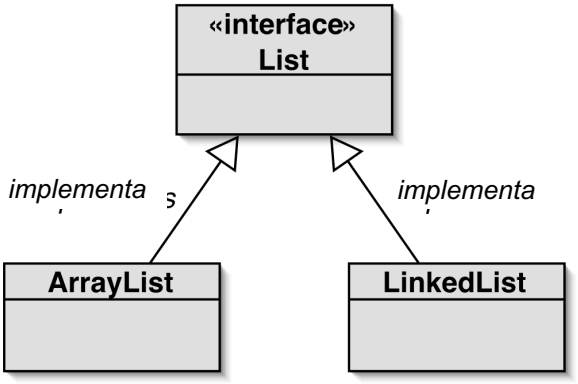
Interfaces como tipos

- Herança tem as seguintes vantagens:
  - A subclasse herda o código da superclasse (reuso de código)
  - A subclasse é um subtipo da superclasse (polimorfismo de variáveis e métodos)
- Interfaces também definem um tipo, assim como uma classe:
  - Variáveis podem ser declaradas como sendo do tipo da interface (tipo estático)
  - Durante o programa, elas vão referenciar um objeto real, instanciado a partir de um dos subtipos da interface → polimorfismo

Interfaces como especificações

- Interfaces separam completamente a definição da funcionalidade da sua implementação
  - Embora parâmetros e tipos de retorno sejam obrigatórios
- Clientes interagem independentemente da implementação
  - Mas os clientes podem escolher implementações alternativas
- Um exemplo disso são as hierarquias de coleções em Java: `List`, `ArrayList` e `LinkedList`

Implementações alternativas



Visualização da simulação

- A lógica da simulação e sua visualização também são partes do sistema fracamente acopladas

```
public interface SimulatorView
{
   void setColor(Class c1, Color color);
   void isViable(Field field);
   void showStatus(int step, Field field);
}

public class AnimatedView implements SimulatorView
{
   ...
}
```

Herança

- Dois propósitos para o uso de herança:
  - Herdar o código (reuso)
  - Herdar o tipo (subtipagem, polimorfismo)
- Quando herdamos de:
  - Classes concretas -> implementação e tipo
  - Interfaces -> somente tipo
  - Classes abstratas -> implementação parcial e tipo
- Algumas linguagens permitem herdar código sem herdar tipo (C++ -> funcões friend), mas este não é o caso de Java

Revisão (1)

- Herança pode fornecer implementação compartilhada
  - Classes concretas e abstratas
- Herança fornece informações sobre o tipo compartilhado
  - Classes e interfaces

Revisão (2)

- Métodos abstratos permitem a verificação do tipo estático sem exigir uma implementação
- Classes abstratas funcionam como superclasses incompletas
  - Nenhuma instância
- Classes abstratas suportam o polimorfismo

Interfaces

- Interfaces fornecem uma especificação sem uma implementação
  - Interfaces são totalmente abstratas
- Interfaces suportam polimorfismo
- Interfaces Java suportam herança múltipla