Proves d'unitat
- *JUnit* -

Index

- Introducció
- Prova orientada a objecte
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- Disseny per contracte (DpC)

Index

- **Introducció**
- Prova orientada a objecte
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- Disseny per contracte (DpC)

Introducció

- En què difereix la prova de software orientat a objecte del funcional?

  – Alguns tipus d'errors es poden reduir :
    - **mètodes** més **curts** ⇒ **menor complexitat** algorítmica
    - **l'encapsulació** evita problemes **d'àmbit de dades** incontrolat

  – però d'altres segueixen existint o augmenten :
    - errors tipogràfics
    - els programes OO es tenen més funcions (= mètodes : constructors, destructors, accessors, serveis) ⇒ errors d'interficie més nombrosos
    - el control és distribuït (no jeràrquic) per tot el programa ⇒ més dificil de dissenyar i d'implementar

Introducció

- Quins nous problemes pot presentar la prova d'unitat?
  - 1. Quina és ara la unitat de prova ?
    - els mètodes no tenen sentit fora del contexte de la seva classe ⇒ la unitat de prova és la **classe** o bé **clusters de poques classes**
    - però com provar-les?
  - 2. Implicacions de l'herència
    - L'herència de mètodes i serveis ⇒ **més proves** i no menys :
      - es fan servir en un contexte diferent (la classe especialitzada)
      - poden ser redefinits
      - possibilitat d'herència múltiple

Introducció

- 3. Encapsulament
  - no és una font d'errors però **pot ser un obstacle** a la prova si requereix conèixer l'estat dels objectes (valors atributs)
- 4. Polimorfisme (*templates* en C++)
  - cada possible *binding* d'un element polimòrfic (atribut, mètode) requereix una **prova addicional**
  - pot ser difícil de trobar tots els possibles *bindings*, sent major la probabilitat d'error
- 5. Estratègies d'integració
  - **no** hi ha una **jerarquia** de **funcions** ni de **classes**: el control és distribuït, no pas jeràrquic $\Rightarrow$ no té sentit una integració ascendent o descendent
  - alta interacció / dependència entre mètodes

Index

- Introducció
- **Prova orientada a objecte**
  - **Per què i com es fa**
  - Pre i post-condicions
  - Diagrames d'estat
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- Disseny per contracte (DpC)

Prova orientada a objecte

- Perquè ?
  - La prova d'unitat **verifica** si la implementació d'una classe correspon a la seva **especificació** (que es suposa correcta).
  - Així, quan es fa la **integració** (en OO, prova d'interacció) és més probable que els **defectes** siguin a la **interficie** entre funcions que a la seva implementació o cos
- Com es fa ?
  - 1. Identificar casos de prova
  - 2. Implementar un ***test driver*** que executi cada un dels casos de prova, compari el resultat amb l'esperat i desi la comparació $\Rightarrow$

> - crear un objecte de la classe
> - portar-lo a l'estat desitjat (valor d'atributs, associació amb altres objectes)
> - enviar el missatge(s) corresponent al cas de prova
> - eliminar l'objecte

Prova orientada a objecte

- Quines classes provar? Hem de considerar :
  - **Risc:** com d'important és l'absència d'errors pel correcte funcionament del programa, com de **greu** és que la classe tingui defectes
  - **Complexitat**, donada pel **nombre d'estats** possibles, **operacions** i **classes associades**: escollirem classes gens o **poc relacionades amb d'altres**, l'estat d'un objecte depen també de l'estat dels associats
  - **Esforç** que pot suposar fer un ***driver***: més com més relacionat amb altres objectes, ens refiem de la correctesa de les altres classes (veure tema *Mock objects*)

- Com trobar els **casos de prova**?
  - Un cas de prova és una parella (dades **d'entrada, sortida** o resultat esperat), corresponent típicament a la crida d'un mètode.

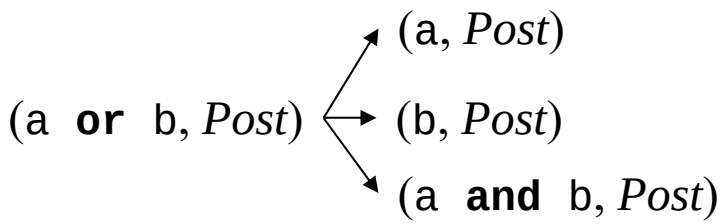
Index

- Introducció
- **Prova orientada a objecte**
  - Per què i com es fa
  - **Pre i post-condicions**
  - Diagrames d'estat
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- Disseny per contracte (DpC)

Pre i post-condicions

- **Exemple pràctic:**
  - **Considerem totes les parelles (*Pre*, *Post*) en que es compleixen la pre-condició i la post-condició d'una operació de la classe.**

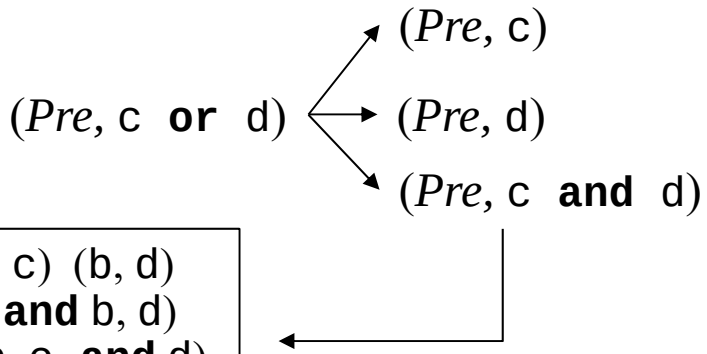
    Per exemple : a, b, c, d assercions OCL



context C::f()

pre: a **or** b

post : c **or** d



(a, c) (a, d) (b, c) (b, d)
(a **and** b, c) (a **and** b, d)
(a, c **and** d) (b, c **and** d)
(a **and** b, c **and** d)

- **Cada parella determina una classe d'equivalència de dades, en la que hem de triar un valor típic (representant) i potser també valors límit a la frontera de la classe.**

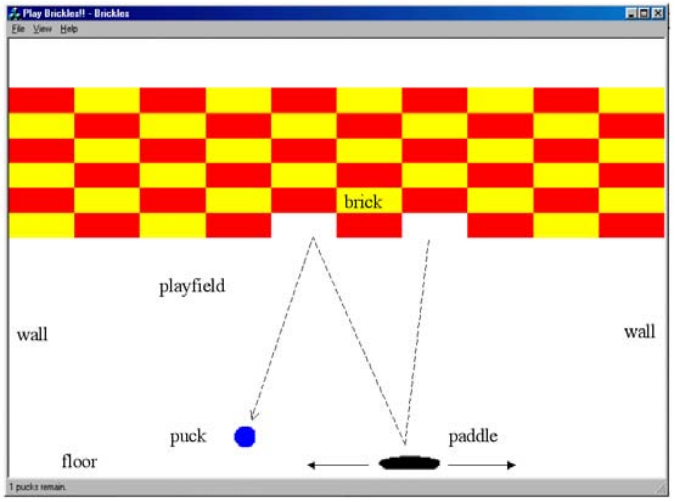
Index

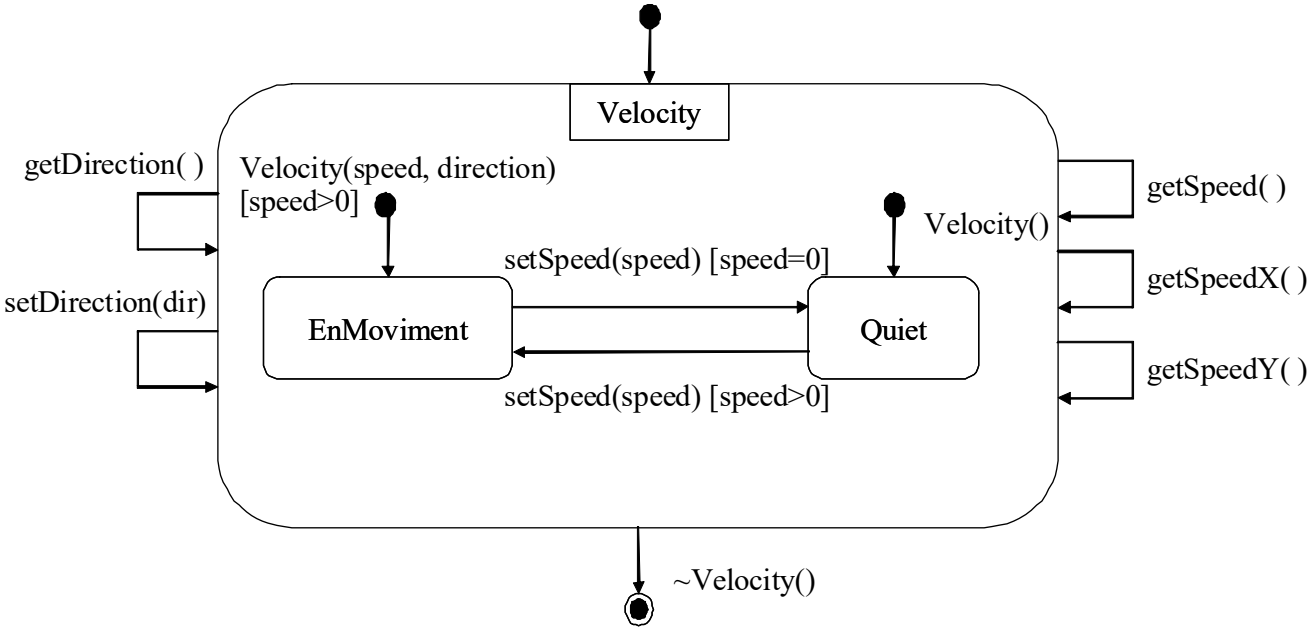
- Introducció
- **Prova orientada a objecte**
  - Per què i com es fa
  - Pre i post-condicions
  - **Diagrames d'estat**
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- Disseny per contracte (DpC)

Diagrames d'estat

- Si la classe s'especifica mitjançant un **diagrama** de **transició d'estats**, prenem com a casos prova aquells que permeten :
  - 1) passar per tots els estats i/o,
  - 2) Passar per totes les transicions entre estats

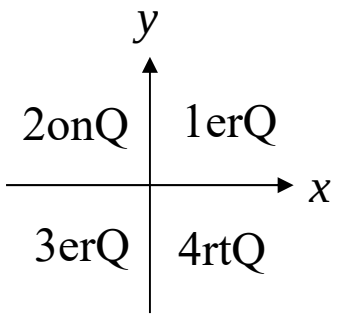
- Exemple:

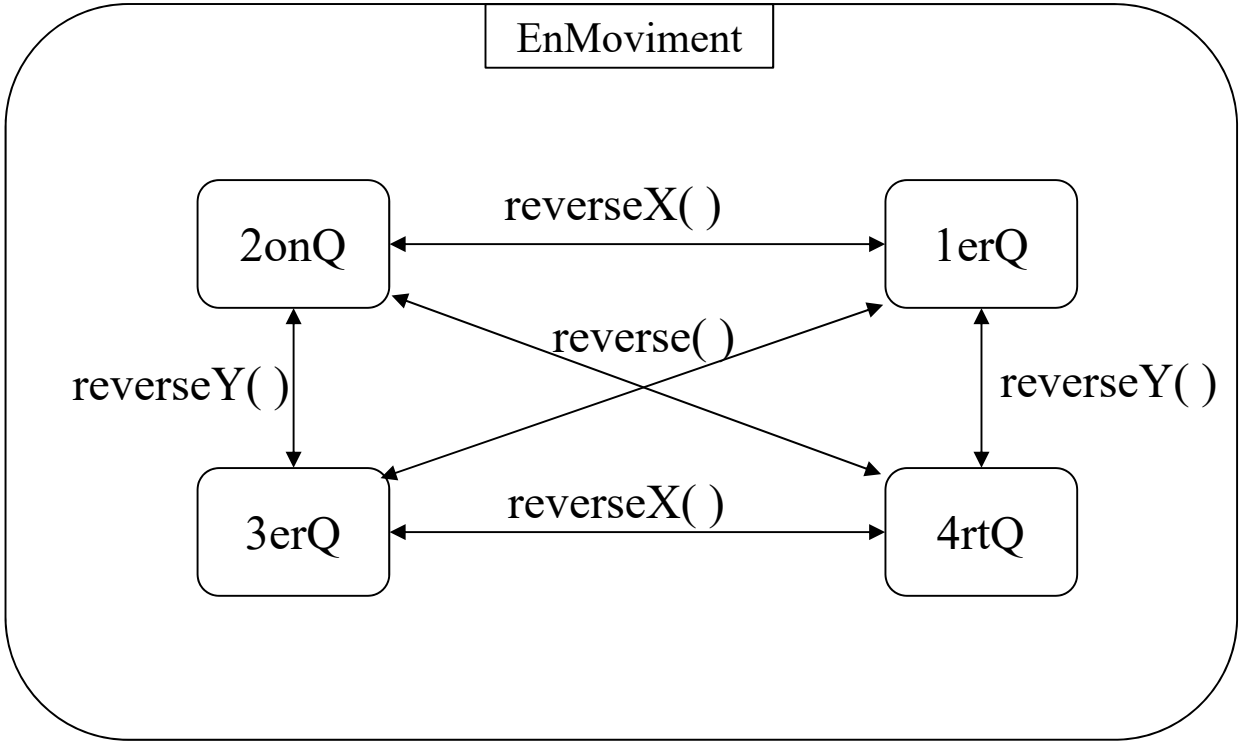




Diagrames d'estat

– Subestats en l'estat `EnMoviment`





Diagrames d'estat

Alguns dels casos de prova per cobrir totes les transicions entre estats de EnMoviment = interaccions entre reverse, reverseX, reverseY

Description	Input		Output	
	Setup	Event(s)	Result State	Exceptions
test reverse()	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 0]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 180	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 30]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 210	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 90]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 270	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 135]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 315	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 180]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 0	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 182]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 2	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 270]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 90	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 335]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 155	none
reverseX()	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 0]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 180	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 30]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 150	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 90]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 90	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 135]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 45	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 180]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 0	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 182]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 358	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 270]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 270	none
	OUT:Velocity[speed = 10, direction = 335]	OUT.reverse()	OUT.speed = 10 and OUT.direction = 205	none
reverseY()	...			

Index

- Introducció
- Prova orientada a objecte
- **Prova d'unitat amb `JUnit`**
- Disseny per contracte (DpC)

JUnit

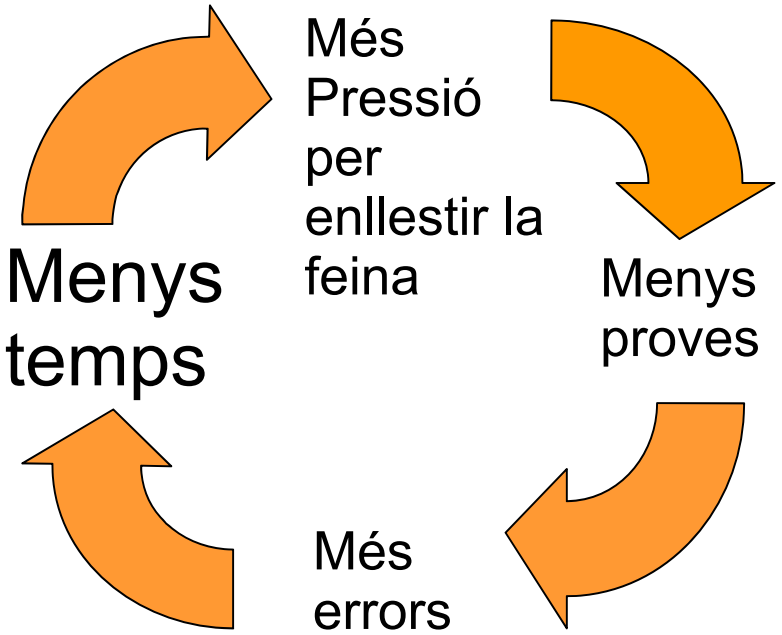
www.JUnit.org

Portat a C++ :
http://cppunit.sourceforge.net
i a molts altres lenguatges :
http://en.wikipedia.org/wiki/XUnit

"*Never in the field of software development was so much owed by so many to so few lines of code*“, Martin Fowler.

JUnit

- Problema
  - Els programadors reconeixen la utilitat de les **proves d'unitat**, però ... pocs escriuen *test drivers* per fer proves d'unitat.
- Perquè ?



Aquest cercle viciós s'ha de trencar fent proves d'unitat!

JUnit

- És un *framework* per a implementar i executar proves d'unitat orientat a objecte.
  - *Framework* : **conjunt de classes** i objectes que col·laboren entre elles, de les quals **heredar** (no instanciar) per obtenir funcionalitats.
- Avantatges :
  - **fàcil d'apendre** i **d'usar**
  - és **fàcil implementar** les proves
  - és directe **executar-les** i **repetir** les execucions
  - permet implementar proves que mantinguin el seu valor al llarg del temps: **integrades al codi**
  - combinar amb proves de diferents autors i executar-les conjuntament
  - resultat fàcilment interpretable
- Portat a altres llenguatges:
  - C++ : http://cppunit.sourceforge.net, http://cxxtest.com/guide.html
  - altres lenguatges: http://en.wikipedia.org/wiki/XUnit

JUnit - Exemple

- **Exemple** *Money* (representació de quantitats monetàries en diferents divises i la seva aritmètica)

  Volem definir **l'operació de sumar** dos imports (quan són en la mateixa divisa). Primer, definim un cas de prova:

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.iAmount==expected.iAmount);
      assertTrue(result.sCurrency==expected.sCurrency);

  }
}
```

Filla de `TestCase`

Estem definint la API del constructor i la de la funció `add`.

També estem definint el nom dels atributs! Com que això no és un requeriment i només ens interessa definir un exemple, els definirem com privats. Això implica haver de definir getters i setters (i la seva API). Modifiquem el codi de prova …

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

  }
}
```

Ara podem passa a definir el codi de `Money()`…

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

  }
}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

}
```

Ara hauriem de definir el constructor de `Money()`, però abans de definer qualsevol mètode hem de definir el seu codi de prova. Per tant, primer definim un mètode de prova pel constructor.

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

  }

  public void testConstructor()
  {
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);

      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);

  }

}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

}
```

Un cop tenim el codi de prova del constructor, podem implementar-lo.

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

  }

  public void testConstructor()
  {
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);

      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);

  }

}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

}
```

Un cop comprovem que el constructor funciona correctament, abans d’implementar `add()` volem poder comparar dos objectes de la classe `Money()` utilitzant `assertEquals()`, ja que serà més còmode que no fent-ho atribut per atribut. Escribim un cas de prova.

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

  public void testConstructor()
  {
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);

      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);

  }

}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

}
```

Ens adonem que per a poder utilitzar `assertEquals()` la classe dels objectes comparats ha de tenir un metode `equals()`. Abans d’implementar-lo haurem de definir un cas de prova.

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF   = new Money(14,”CHF”);
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

  public void testConstructor()
  {
      Money f12CHF   = new Money(12,”CHF”);

      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);

  }
   public void testMoneyEquals() {
      Money f12CHF     = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF     = new Money(14,”CHF”);
      Money equalMoney = new Money(12,"CHF");
      assertEquals(f12CHF, equalMoney);
      assertFalse(f12CHF.equals(f14CHF));
      assertTrue(!f12CHF.equals(null));
      assertEquals(f12CHF, f12CHF);
  }
}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

}
```

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
  //...
  public void testSimpleAdd()
  {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money f12CHF   = new Money(12,"CHF");
      Money f14CHF   = new Money(14,"CHF");
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

  public void testConstructor()
  {
      Money f12CHF   = new Money(12,"CHF");

      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),"CHF");

  }
   public void testMoneyEquals() {
      Money f12CHF     = new Money(12,"CHF");
      Money f14CHF     = new Money(14,"CHF");
      Money equalMoney = new Money(12,"CHF");
      assertEquals(f12CHF, equalMoney);
      assertFalse(f12CHF.equals(f14CHF));
      assertTrue(!f12CHF.equals(null));
      assertEquals(f12CHF, f12CHF);
  }
}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

}
```

Això està repetit també al codi de prova `testSimpleAdd()`, per tant pot anar al mètode `setUp()` de la classe `MoneyTest`, però hem d'anar en compte perque les variables `f12CHF` i `f14CHF` han de ser atributs de la clase de prova `MoneyTest`.

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
   Money f12CHF, f14CHF;

   protected void setUp()
   {
      Money f12CHF = new Money(12,”CHF”);
      Money f14CHF = new Money(14,”CHF”);
   }

   public void testSimpleAdd()
   {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

   public void testConstructor()
   {
      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);
   }

   public void testMoneyEquals()
   {
      Money equalMoney = new Money(12,"CHF");
      assertEquals(f12CHF, equalMoney);
      assertFalse(f12CHF.equals(f14CHF));
      assertTrue(!f12CHF.equals(null));
      assertEquals(f12CHF, f12CHF);  }

}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }
}
```

Si ho fem així segur que no funcionarà perque aquí `f12CHF` i `f14CHF` són objectes locals a `setup()` (shadowing dels atributs de la classe).

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
   Money f12CHF, f14CHF;

   protected void setUp()
   {
      f12CHF = new Money(12,”CHF”);
      f14CHF = new Money(14,”CHF”);
   }

   public void testSimpleAdd()
   {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

   public void testConstructor()
   {
      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);
   }

   public void testMoneyEquals()
   {
      Money equalMoney = new Money(12,"CHF");
      assertEquals(f12CHF, equalMoney);
      assertFalse(f12CHF.equals(f14CHF));
      assertTrue(!f12CHF.equals(null));
      assertEquals(f12CHF, f12CHF);  }

}
```

Sobreprogamació. El cas de prova no ens demana que tinguem això en compte.

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

   public boolean equals(Object anObject)
   {
      if (anObject instanceof Money)
      {
         Money aMoney = (Money)anObject;
         return
(aMoney.currency().equals(currency())) &&
                  (amount() == aMoney.amount());
      }
      return false;
   }

}
```

Ara podem comprobar si el cas de prova per `Money.equals()` funciona. Si és el cas, podrem passar a implementar `Money.add()`

JUnit - Exemple

Codi de prova

```
public class MoneyTest extends TestCase
{
   Money f12CHF, f14CHF;

   protected void setUp()
   {
      f12CHF = new Money(12,”CHF”);
      f14CHF = new Money(14,”CHF”);
   }

   public void testSimpleAdd()
   {
      // [12 CHF] + [14 CHF] == [26 CHF]
      Money expected = new Money(26, "CHF");
      Money result   = f12CHF.add(f14CHF);

      assertTrue(result.amount()==expected.amount());
      assertTrue(result.currency()==expected.currency());

      assertEquals(result, expected);
   }

   public void testConstructor()
   {
      assertTrue(f12CHF.amount()==12);
      assertEquals(f12CHF.currency(),”CHF”);
   }

   public void testMoneyEquals()
   {
      Money equalMoney = new Money(12,"CHF");
      assertEquals(f12CHF, equalMoney);
      assertFalse(f12CHF.equals(f14CHF));
      assertTrue(!f12CHF.equals(null));
      assertEquals(f12CHF, f12CHF);  }

}
```

Codi desenvolupat

```
public class Money
{
   private int iAmount;
   private String sCurrency;

   public int amount(){ return iAmount; }
   public String currency(){ return sCurrency;}

   public Money(int amount, String currency)
   {
      iAmount = amount;
      sCurrency = currency;
   }

   public boolean equals(Object anObject)
   {
      if (anObject instanceof Money)
      {
         Money aMoney = (Money)anObject;
         return
(aMoney.currency().equals(currency())) &&
                  (amount() == aMoney.amount());
      }
      return false;
   }

  public Money add(Money m)
  {
   return new Money(amount()+m.amount(),currency());
  }

}
```

Ara podem comprobar si el cas de prova per `Money.add()` funciona.

JUnit - Exemple

- Mentalitat:
  - si una **operació** (o *feature*) **no té proves** associades, **assumim que no funciona**: més fiable que suposar que sí que funciona sense provar-la !

JUnit - Exemple

- Resum: Tots els casos de prova d'unitat segueixen l'esquema:
  - Crear els objectes usats durant el cas de prova i dur-los a l'estat desitjat (valors atributs): *fixture (`setUp()` a JUnit)*
  - enviar missatges a objectes de la *fixture*
  - fer certes comprobacions

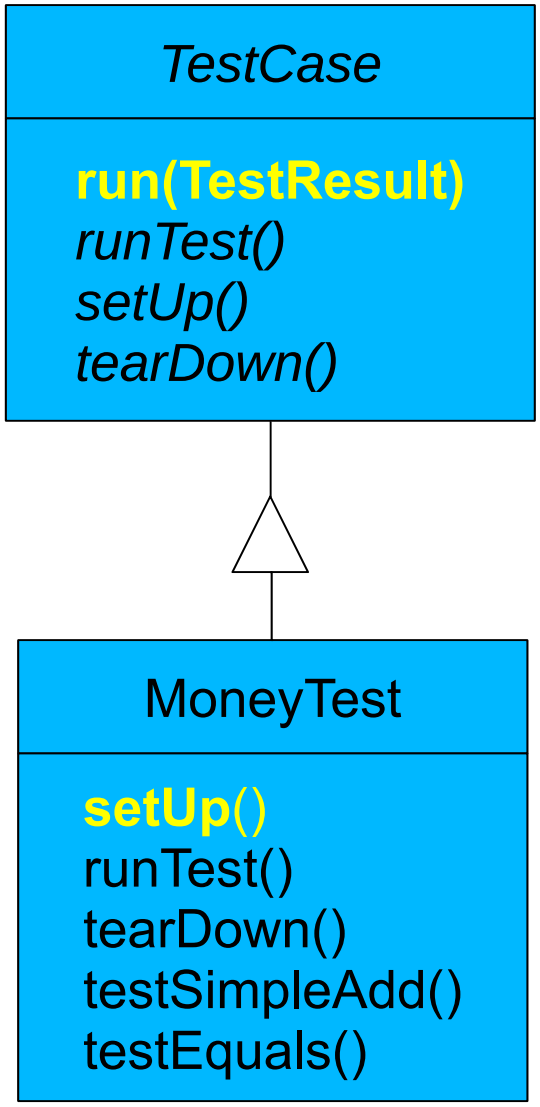
  } `runTest()` a JUnit

    - assertTrue()
    - assertFalse()
    - assertEquals()
    - assertNull()
    - assertSame() ...
  - eliminar els objectes de la *fixture (`tearDown()` a JUnit)*

JUnit - Exemple

```
public void run(TestResult result) {
   result.startTest(this);
   SetUp();
   runTest();
   tearDown();
}
```

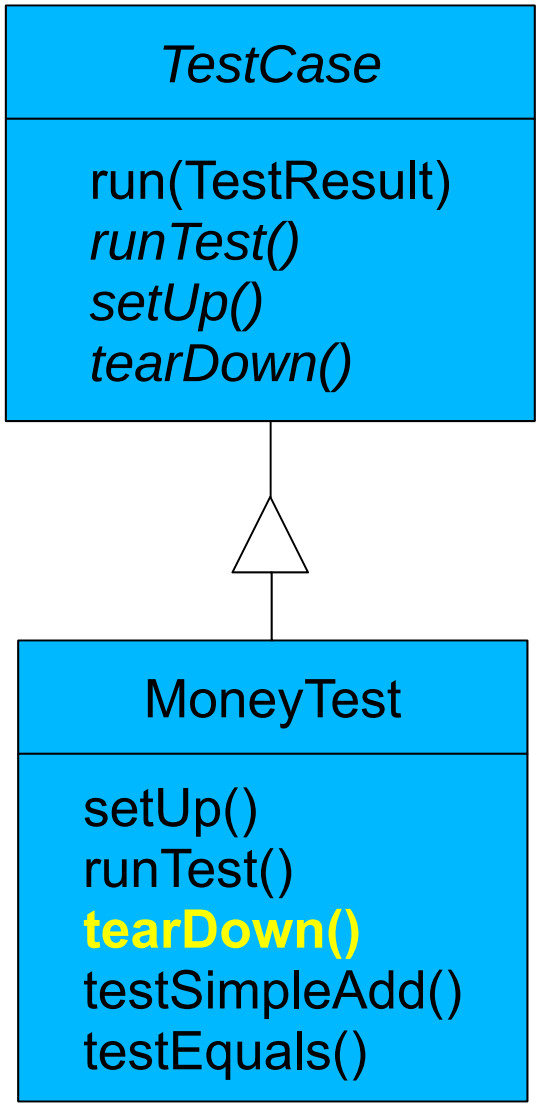
```
protected void setUp() {
   f12CHF= new Money(12, "CHF");
   f14CHF= new Money(14, "CHF");
   f7USD = new Money( 7, "USD");
   f21USD= new Money(21, "USD");
   //...
}
```



JUnit - Exemple

- setUp() s'executa abans de cada cas de prova testX()
- tearDown() després.

(Existeix un oneTimeSetup() i un oneTimeTearDown(), que s'executen només 1 cop per classe)



En Java no cal, pero es pot fer :

```
protected void tearDown() {
   f12CHF= null;
   f14CHF= null;
   f7USD = null;
   f21USD= null;
   //...
   System.gc(); // garbage collection
}
```

JUnit - Exemple

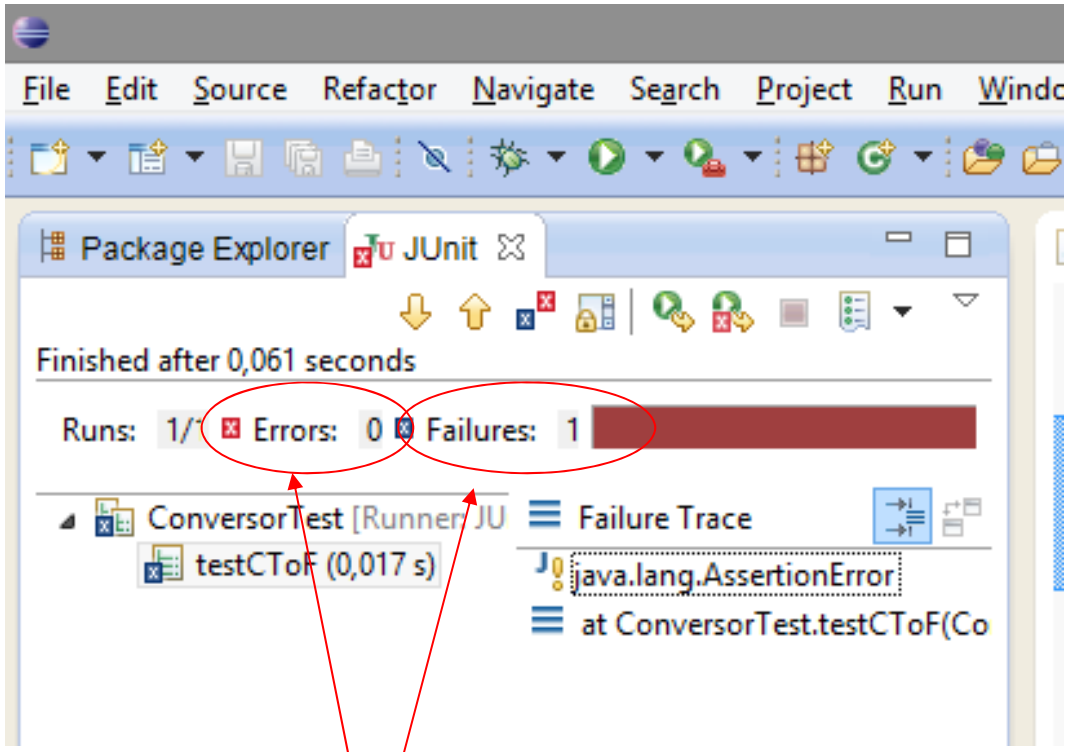
- Es poden agrupar tots els tests en un únic conjunt de proves:
  - *Suite* :
    - conjunt d'un o més objectes *TestCase* **i/o** un o més objectes *Suite*
    - a un objecte Suite li podem afegir *TestCase* i altres objectes *Suite*,
    - és doncs un "*composite*" (*pattern* de disseny)

```
TestSuite aSuite = new TestSuite();
TestSuite allTests = new TestSuite();
aSuite.addTest(new MoneyTest("testEquals"));
aSuite.addTest(new MoneyTest("testAddSimple"));
aSuite.runTest();
allTests.addTest(aSuite, new MoneyTest("testIsZero"));
allTests.runTest();
```

En Eclipse les suites es construeixen mitjançant una interfície gràfica. Existeix per defecte la suite "AllTests".

JUnit - Exemple

- Interficie gràfica



Cas de prova exitós!!!

Quina diferència hi ha?

- *failure* : **problemes anticipats** i **comprobats** amb els **asserts** dels casos de prova
- *error* : **problemes no previstos**, com access fora de rang en un vector, que generen excepcions en Java

JUnit - Resum

- Perquè és convenient fer proves d'unitat?
  - trobem defectes **aviat**
  - **Detectem** aquells **molts petits defectes** que provoquen un comportament caòtic (I llavors és difícil d'identificar-ne les causes)
  - les **proves influeixen en el codi** que fem
  - **augmenta** la **confiança** en el codi que fem
  - la necessitat de **pensar les proves** ens fa **programar millor**

JUnit - Resum

- Per què fer-les amb JUnit?
  - és molt més fàcil (**automatització**) que d'una altra manera
  - són proves **repetibles** en qualsevol moment
  - el codi de **proves** està **separat** del **codi** a provar
  - aquest framework ha estat portat a molts llenguatges de programació (http://en.wikipedia.org/wiki/XUnit)
  - és **l'estàndard** de prova d'unitat en **Java**

Index

- Introducció
- Prova orientada a objecte
- Prova d'unitat amb `JUnit`
- **Disseny per contracte (DpC)**

DpC

- En el DpC (invariants, pre i post-condicions)
  - 1) és prova d'unitat?
  - 2) s'implementa amb el JUnit?

    ⇓

    - les **proves d'unitat s'executen a part** de la aplicació: els casos de prova són en classes diferents
    - les **assercions** del DpC **s'executen simultàniament**
    - en **DpC** verifiquem que es compleixen les **especificacions**
    - tot i complir-se les especificacions, hi poden **haver defectes**!

Bibliografia

- *Pragmatic unit testing in Java with JUnit.* Andy Hunt and Dave Thomas. The Pragmatic Programmer, 2003.
  Molt bo : didàctic, fàcil de llegir, breu

- JUnit *test infected: programmers love writing tests*. Erich Gamma, Kenneth Beck. junit.sourceforge.net/doc/testinfected/testing.htm
  Lectura imprescindible.

- *Unit testing in Java: how tests drive the code*. Johanes Link, Peter Frohlich. Morgan Kauffman, 2003.
  Test driven development, un mètode àgil de desenvolupament.

- JUnit *: A cook's tour*. Erich Gamma, Kenneth Beck. junit.sourceforge.net/doc/cookstour/cookstour.htm
  Com és per dins JUnit (patrons de disseny)