



Progettazione Orientata agli Oggetti



Sviluppo del software

- Ciclo di vita del software: comprende tutte le attività dall'analisi iniziale fino all'obsolescenza
- Procedimento formale per lo sviluppo del software
 - Descrive le varie fasi da compiere
 - Fornisce le linee guida su come eseguire le fasi
- Fasi principali del processo di sviluppo
 - Analisi
 - Progettazione
 - Implementazione
 - Collaudo
 - Installazione



Analisi

- Stabilire **cosa** deve fare il programma finale e **non come** lo deve fare
- Risultato: documento dei requisiti
 - Descrive cosa il programma sarà in grado di fare quando verrà terminato
 - Manuale utente: descrive come l'utente utilizzerà il programma
 - Criteri per la misurazione delle prestazioni
 - quanti dati in ingresso e in quali tempi il programma deve essere in grado di gestire
 - il suo fabbisogno di memoria e spazio su disco



Progettazione

- Pianificazione di come implementare il sistema
- Scoprire le strutture per la soluzione del problema
- Decidere i metodi e le classi
- Risultato:
 - Descrizione delle classi e dei metodi
 - Diagrammi delle relazioni tra classi



Implementazione, Collaudo e Installazione

○ Implementazione

- Scrivere e compilare il codice
- Il codice implementa le classi e i metodi scoperti nella fase di progettazione
- Risultato: il programma

○ Collaudo

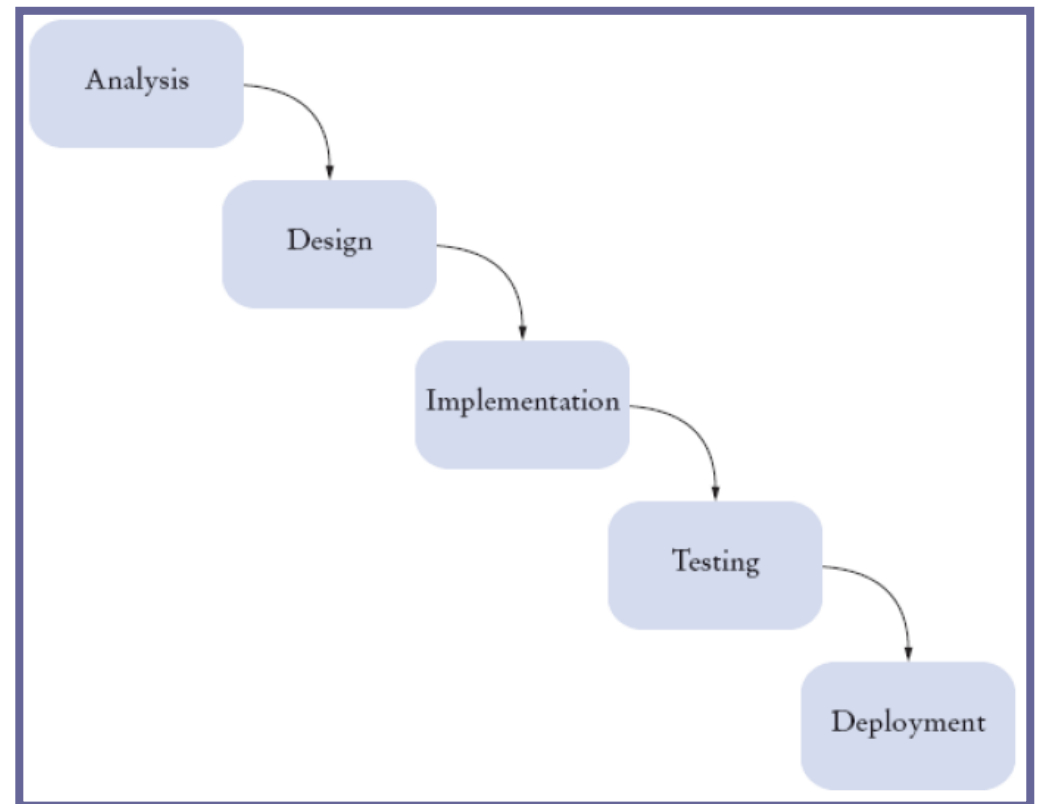
- Eseguire test per vedere se il programma funziona correttamente
- Risultato: un documento riassuntivo dei test eseguiti e dei relativi risultati

○ Installazione

- Utenti installano ed usano il programma per gli scopi previsti

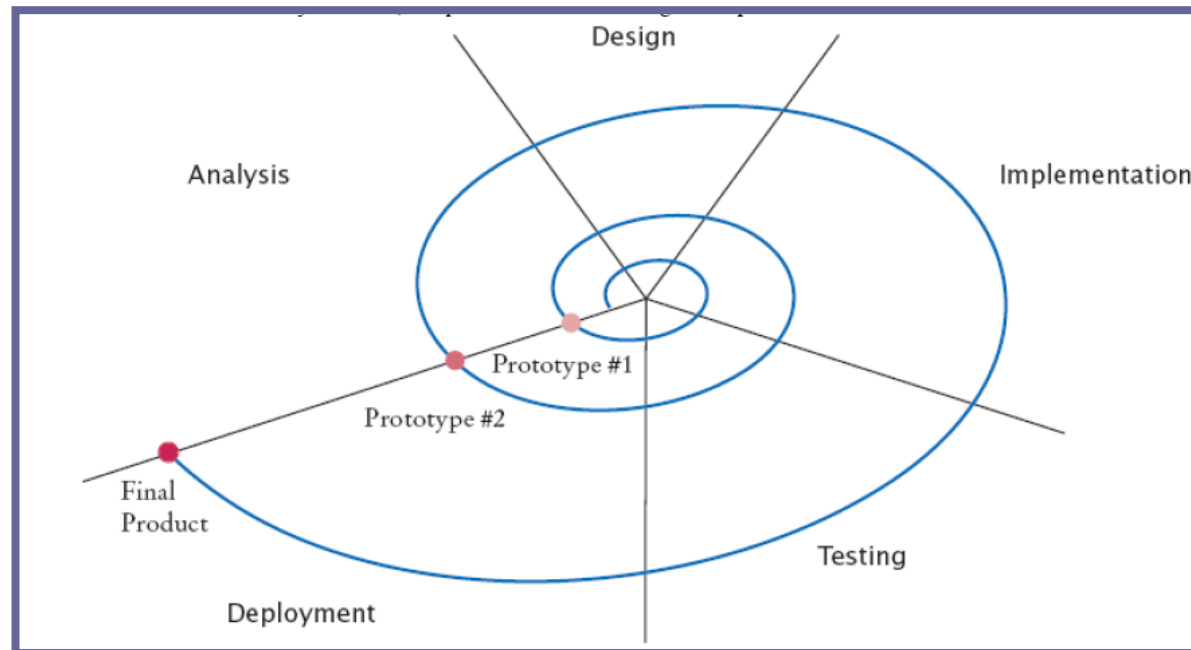
Progettazione formale: modello a cascata

- Metodo sequenziale di esecuzione delle fasi della progettazione formale
- Se applicato in maniera rigida, questo modello non produce risultati soddisfacenti
- Spesso è utile ripetere le varie fasi iterativamente raffinando progressivamente il progetto

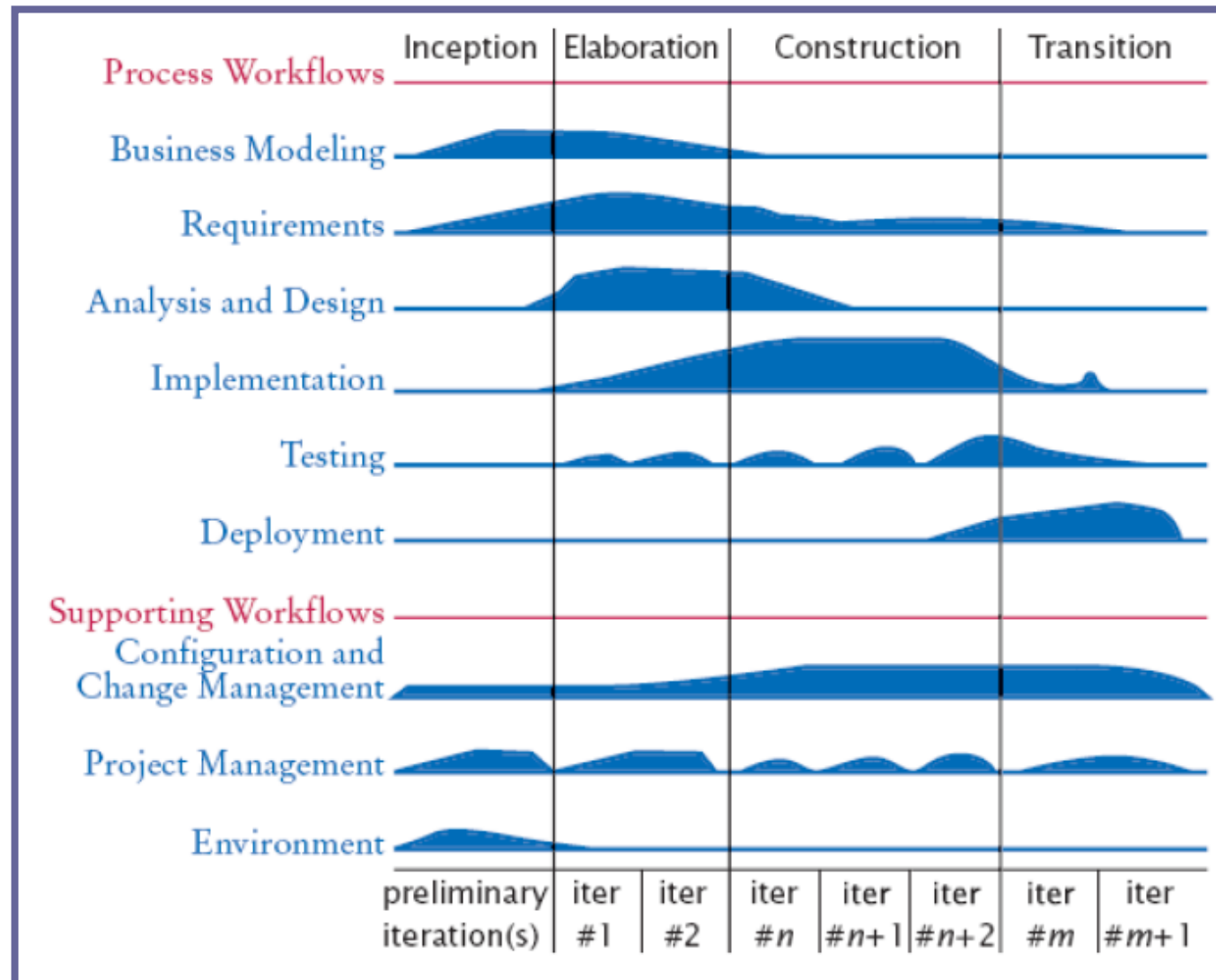


Il modello a spirale

- Suddivide il processo di sviluppo in fasi multiple
- Le fasi iniziali si concentrano sulla realizzazione di prototipi del sistema
 - Quello che si impara su un prototipo si usa sul prototipo successivo
- Problema: numero di iterazioni elevato, il processo può richiedere molto tempo per essere completato



Livelli di attività nel Procedimento Razionale Unificato (inventori UML)





Progettazione orientata agli oggetti

1. Individuare le classi
2. Determinare le responsabilità di ogni classe
3. Descrivere le relazioni tra le classi individuate



Come determinare le classi

- Una classe rappresenta un concetto utile
 - Entità concrete: conti bancari, ellissi, prodotti,...
 - Concetti astratti: flussi, dataSet,...
- Definire il comportamento di ogni classe
- Suggerimento:
 - le classi si possono individuare guardando ai nomi usati nella descrizione del lavoro da eseguire
 - i metodi si possono individuare guardando ai verbi utilizzati nella descrizione del lavoro da eseguire

Esempio: Fattura (Invoice)

F A T T U R A

Piccoli Elettrodomestici Aldo
via Nuova, 100
Turbigo, MI 20029

```
=====
```

Articolo	Q.tà	Prezzo	Totale
Tostapane	3	€ 29,95	€ 89,85
Asciugacapelli	1	€ 24,95	€ 24,95
Spazzola elettrica	2	€ 19,99	€ 39,98

```
=====
```

IMPORTO DOVUTO: € 154,78



Esempio: Invoice

- Possibili classi: **Fattura**, **Articolo**, e **Cliente**
- Una buona idea è mantenere una lista di candidati da raffinare progressivamente
 - Semplicemente si mettono tutti i nomi di una possibile classe in una lista
 - Come ci si accorge che un elemento della lista non serve o non è adeguato si cancella dalla lista



Determinazione delle classi

○ Punti da tenere a mente:

- Le classi rappresentano insiemi di oggetti con lo stesso comportamento
 - Entità con occorrenze multiple nella descrizione di un problema sono buoni candidati di oggetti
 - Determinate cosa hanno in comune
 - Progettate la classe in modo da catturare gli aspetti comuni
- Rappresenta alcune entità come oggetti, altre come dati primitivi
 - Creiamo una classe Indirizzo o usiamo un oggetto String?
- Non tutte le classi possono essere scoperte nella fase di analisi
- Alcune classi possono essere state già realizzate



Determinazione dei metodi

- Guardare ai verbi nella descrizione dei compiti da eseguire
- Bisogna stabilire per ogni metodo necessario la classe in cui collocarlo
- Un metodo utile per svolgere questo compito consiste nel compilare le schede CRC



Schede CRC

- **CRC: Classe, Responsabilità, Collaboratori**
- Descrive una classe, le sue responsabilità e i suoi collaboratori
- Usare una scheda per ogni classe
- Per ogni metodo (azione, compito), individuare una classe responsabile
 - annotare la responsabilità sulla scheda (può essere implementata attraverso più di un metodo)
 - annotare le altre classi necessarie per assolvere alla responsabilità (collaboratori)

Scheda CRC





Scelta responsabilità soddisfacente?

- Per ciascuna responsabilità del software in progettazione, chiedetevi come potrebbe essere materialmente svolta utilizzando soltanto le responsabilità che avete scritto sulle varie schede
- Le responsabilità elencate sulla scheda sono *ad alto livello*:
 - a volte una singola responsabilità dovrà essere realizzata con due o più metodi Java
 - Alcuni ricercatori sostengono che una scheda CRC non dovrebbe avere più di tre diverse responsabilità.



Relazioni tra classi

- Ereditarietà
- Associazione/Aggregazione
- Dipendenza



Ereditarietà

- Relazione del tipo “*è un*”
- Relazione tra una classe più generale (*superclasse*) e una classe più specializzata (*sottoclasse*)
- Esempi:
 - Ogni conto di deposito è un conto bancario
 - Ogni cerchio è un ellisse (con ampiezza e altezza uguali)
- Qualche volta questa relazione viene abusata
 - La classe **Pneumatico** deve essere una sottoclasse della classe **Cerchio**?
 - In questo caso un altro tipo di relazione (*ha un*) sarebbe più appropriata



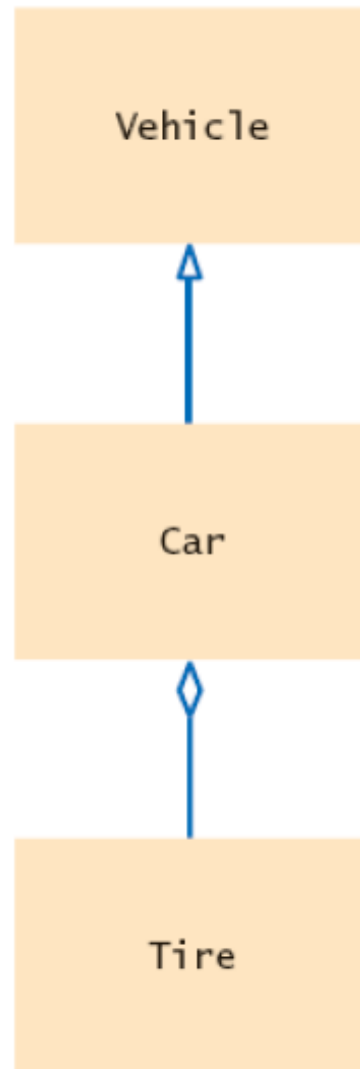
Associazione/Aggregazione

- Relazione del tipo “*ha un*”
- Gli oggetti di una classe contengono riferimenti ad oggetti di un’altra classe
- Si usa una variabile di istanza
 - Uno pneumatico ha un cerchio come sua frontiera:
 - Ogni auto ha 5 pneumatici (4 più uno di scorta)

```
class Tyre
{
    . . .
    private String modello;
    private Circle frontiera;
}
```

```
class Car extends Vehicle
{
    . . .
    private Tyre[] tyres;
}
```

Esempio: Notazione UML









Dipendenza

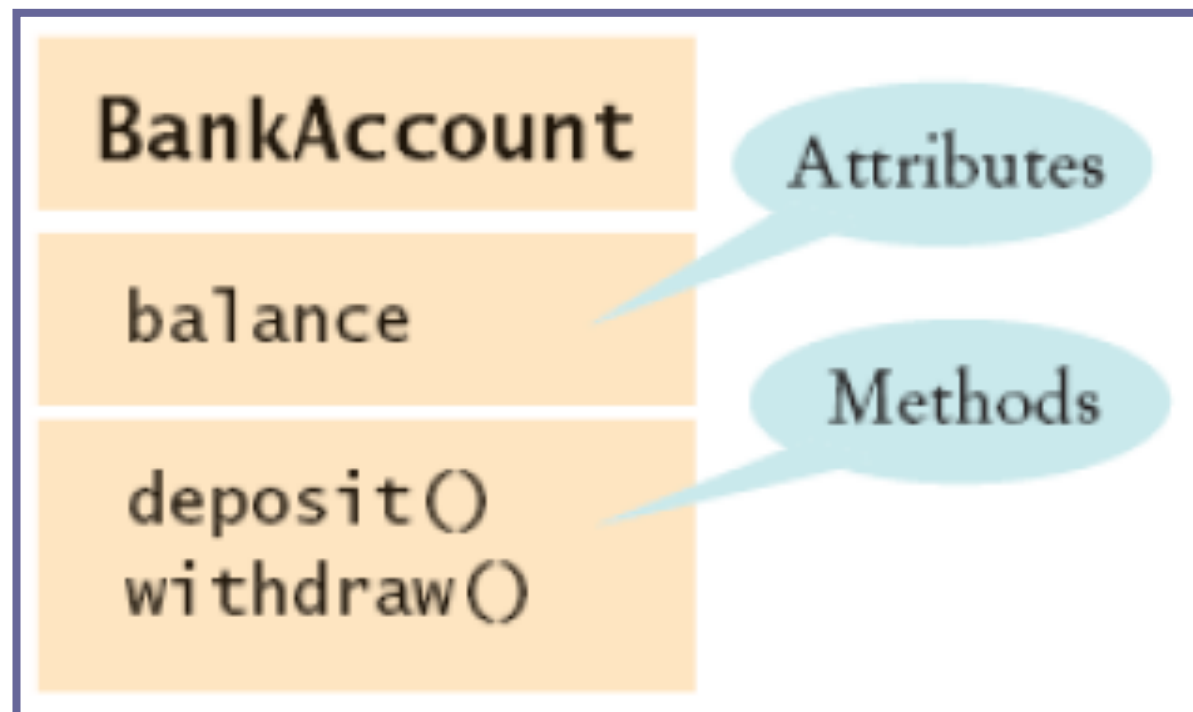
- Relazione “*usa*”
- Es.: molte delle applicazioni che abbiamo visto dipendono da Scanner per l’input
- Associazione è una forma più forte di dipendenza
 - Per avere dipendenza basta passare un oggetto come parametro di un metodo
 - Per avere associazione occorre che l’oggetto sia referenziato da una variabile d’istanza

Notazione UML

Relazione	Simbolo	Stile Linea	Punta della freccia
Ereditarietà		Continuo	Triangolo
Implementazione di Interfaccia		Tratteggio	Triangolo
Aggregazione		Continuo	Rombo
Dipendenza		Tratteggio	Aperto

Metodi e attributi nei diagrammi UML

Per attributo si intende una proprietà dell'oggetto osservabile dall'esterno (non necessariamente una variabile di istanza)





Procedura di sviluppo programma

1. Collezionare i requisiti
2. Utilizzare le schede CRC per classi, responsabilità e collaboratori
3. Utilizzare diagrammi UML per registrare le relazioni tra classi
4. Utilizzare `javadoc` per documentare il comportamento dei metodi
5. Implementare il programma



Stampa fattura – Requisiti

- Problema: stampare una fattura
- Fattura (Invoice): descrive i costi per un insieme di prodotti ognuno in una quantità specifica
- Omettiamo alcuni dettagli
 - Date, tasse, e numero di fattura
- Vogliamo sulla fattura
 - Indirizzo del cliente, gli articoli venduti, l'importo dovuto
- Per ogni articolo vogliamo
 - Descrizione, prezzo unitario, quantità ordinata, prezzo totale
- Per semplicità non consideriamo un' interfaccia utente
- Programma di collaudo: aggiunge articoli ad una fattura e la stampa



Esempio di fattura

I N V O I C E

Sam's Small Appliances
100 Main Street
Anytown, CA 98765

Description	Price	Qty	Total
Toaster	29.95	3	89.85
Hair dryer	24.95	1	24.95
Car vacuum	19.99	2	39.98

Amount Due: \$154.78



Scelta classi

- I nomi della descrizione sono classi potenziali

```
Invoice
Address
LineItem      // Mantiene il prodotto e la quantità
Product
Description    // Campo della classe Product
Price          // Campo della classe Product
Quantity       // Non è un attributo di Product
Total          // Viene calcolato
Amount Due     // Viene calcolato
```

- Rimangono

```
Invoice
Address
LineItem
Product
```



Schede CRC

- **Invoice** e **Address** devono essere in grado di calcolare un formato di stampa per loro stessi:

Invoice
<i>format the invoice</i>

Address
<i>format the address</i>



Schede CRC

- Aggiungere i collaboratori a **Invoice**:

Invoice	
<i>format the invoice</i>	Address
	LineItem

Altre schede CRC

- Schede CRC per **Product** e **LineItem**:

Product
<i>get description</i>
<i>get unit price</i>

LineItem
<i>format the item</i> Product
<i>get total price</i>

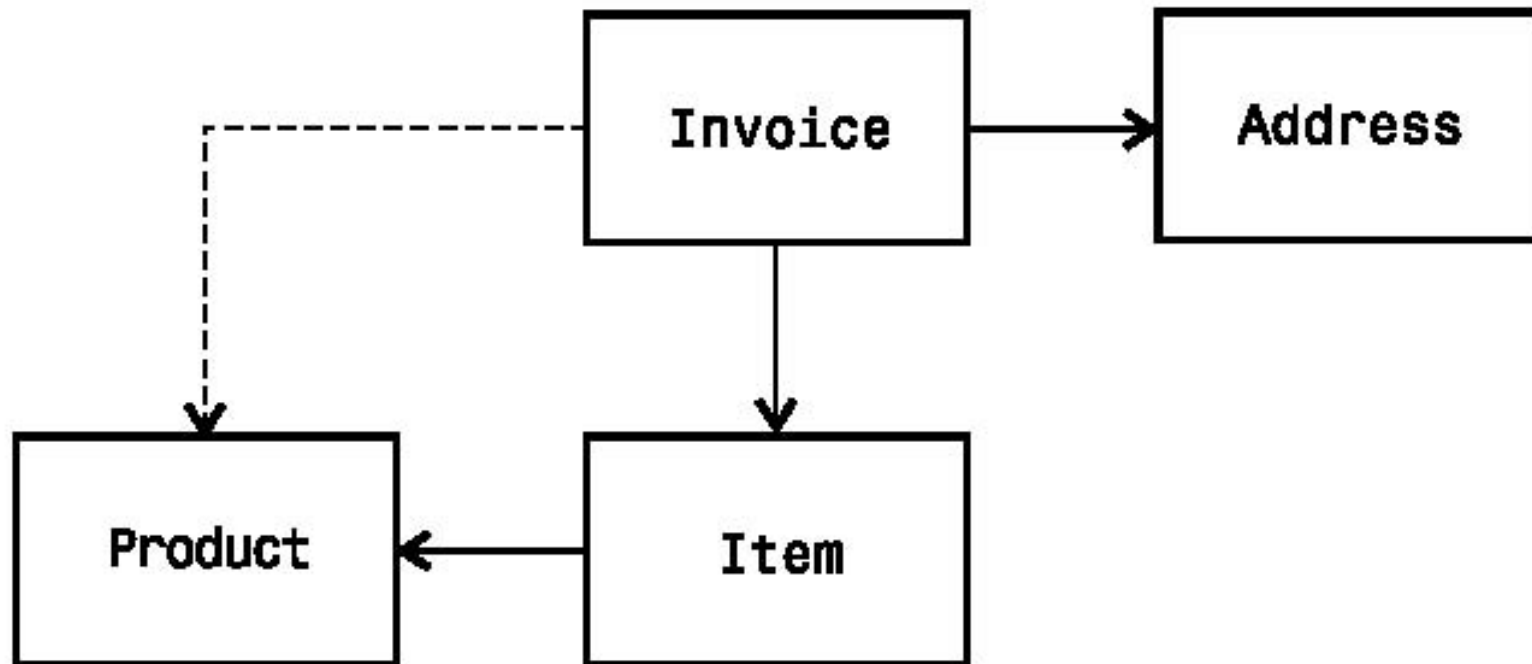


Altro sulla scheda CRC di Invoice

- **Invoice** deve essere completata con prodotti e quantità:

Invoice	
<i>format the invoice</i>	Address
<i>add a product and quantity</i>	LineItem
	Product

Diagramma UML





Documentazione

- Si può usare `javadoc` per generare la documentazione
- In prima istanza si può lasciare il corpo dei metodi vuoto
- Lanciando `javadoc` si ottiene una documentazione in formato HTML
- Vantaggi:
 - Condividere documentazione HTML con gli altri membri del team
 - Le classi Java sono già predisposte
 - Si danno i commenti dei metodi chiave



Documentazione per Stampa fattura

```
/**
    Describes an invoice for a set of purchased products.
 */
public class Invoice
{
    /**
        Adds a charge for a product to this invoice.
        @param aProduct the product that the customer ordered
        @param quantity the quantity of the product
    */
    public void add(Product aProduct, int quantity)
    {
    }

    /**
        Formats the invoice.
        @return the formatted invoice
    */
    public String format()
    {
    }
}
```



Documentazione: LineItem

```
/**
    Describes a quantity of an article to purchase and its price.
 */
public class LineItem
{
    /**
        Computes the total cost of this line item.
        @return the total price
    */
    public double getTotalPrice()
    {
    }

    /**
        Formats this item.
        @return a formatted string of this line item
    */
    public String format()
    {
    }
}
```



Documentazione: Product

```
/**
    Describes a product with a description and a price.
 */
public class Product
{
    /**
        Gets the product description.
        @return the description
    */
    public String getDescription()
    {
    }

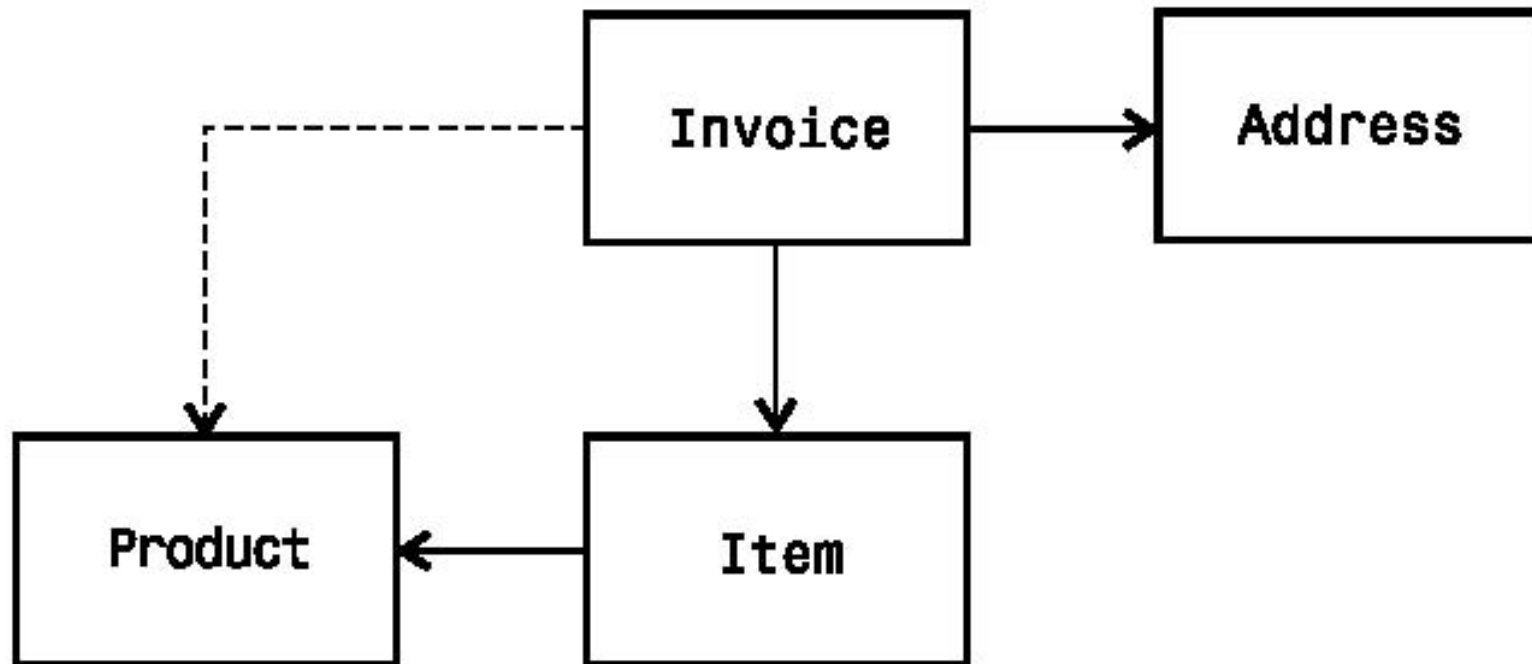
    /**
        Gets the product price.
        @return the unit price
    */
    public double getPrice()
    {
    }
}
```



Documentazione: Address

```
/**
    Describes a mailing address.
 */
public class Address
{
    /**
        Formats the address.
        @return the address as a string with three lines
    */
    public String format()
    {
    }
}
```

Diagramma UML





Implementazione

- I diagrammi UML danno le variabili di istanza
- Alcune variabili sono date attraverso le associazioni
- Invoice **associa** Address **e** LineItem
 - Ogni fattura ha un indirizzo a cui inviare la fattura
 - Una fattura può avere diversi articoli (LineItem)

```
public class Invoice
{
    . . .
    private Address billingAddress;
    private ArrayList<LineItem> items;
}
```




Implementazione

- Un `LineItem` deve contenere un oggetto `Product` e una quantità:

```
public class LineItem
{
    . . .
    private int quantity;
    private Product theProduct;
}
```



Implementazione

- Il codice dei metodi è molto semplice
- Es.:
 - `getTotalPrice` di `LineItem` prende il prezzo unitario del prodotto e lo moltiplica per la quantità

```
/**
    Computes the total cost of this line item.
    @return the total price
 */
public double getTotalPrice()
{
    return theProduct.getPrice() * quantity;
}
```



File InvoiceTester.java

```
01: /**
02:     This program tests the invoice classes by printing
03:     a sample invoice.
04: */
05: public class InvoiceTester
06: {
07:     public static void main(String[] args)
08:     {
09:         Address samsAddress
10:             = new Address("Sam's Small Appliances",
11:                 "100 Main Street", "Anytown", "CA", "98765");
12:
13:         Invoice samsInvoice = new Invoice(samsAddress);
14:         samsInvoice.add(new Product("Toaster", 29.95), 3);
15:         samsInvoice.add(new Product("Hair dryer", 24.95), 1);
16:         samsInvoice.add(new Product("Car vacuum", 19.99), 2);
17:
18:         System.out.println(samsInvoice.format());
19:     }
20: }
```



File Invoice.java

```
01: import java.util.ArrayList;
02:
03: /**
04:     Describes an invoice for a set of purchased products.
05: */
06: public class Invoice
07: {
08:     /**
09:         Constructs an invoice.
10:         @param anAddress the billing address
11:     */
12:     public Invoice(Address anAddress)
13:     {
14:         items = new ArrayList<LineItem>();
15:         billingAddress = anAddress;
16:     }
17:
```



File Invoice.java

```
18:     /**
19:         Adds a charge for a product to this invoice.
20:         @param aProduct the product that the customer ordered
21:         @param quantity the quantity of the product
22:     */
23:     public void add(Product aProduct, int quantity)
24:     {
25:         LineItem anItem = new LineItem(aProduct, quantity);
26:         items.add(anItem);
27:     }
28:
29:     /**
30:         Formats the invoice.
31:         @return the formatted invoice
32:     */
33:     public String format()
34:     {
```



File Invoice.java

```
35:         String r = "                                I N V O I C E\n\n"
36:                 + billingAddress.format()
37:                 + String.format("\n\n%-30s%8s%5s%8s\n",
38:                        "Description", "Price", "Qty", "Total");
39:
40:         for (LineItem i : items)
41:         {
42:             r = r + i.format() + "\n";
43:         }
44:
45:         r = r + String.format("\nAMOUNT DUE: $%8.2f",
46:                        getAmountDue());
47:         return r;
48:     }
49:
```



File Invoice.java

```
50:    /**
51:        Computes the total amount due.
52:        @return the amount due
53:    */
54:    public double getAmountDue()
55:    {
56:        double amountDue = 0;
57:        for (LineItem i : items)
58:        {
59:            amountDue = amountDue + i.getTotalPrice();
60:        }
61:        return amountDue;
62:    }
63:
64:    private Address billingAddress;
65:    private ArrayList<LineItem> items;
66: }
```



File LineItem.java

```
01:  /**
02:      Describes a quantity an article to purchase.
03:  */
04:  public class LineItem
05:  {
06:      /**
07:          Constructs an item from the product and quantity.
08:          @param aProduct the product
09:          @param aQuantity the item quantity
10:      */
11:      public LineItem(Product aProduct, int aQuantity)
12:      {
13:          theProduct = aProduct;
14:          quantity = aQuantity;
15:      }
16:
```




File LineItem.java

```
17:    /**
18:        Computes the total cost of this line item.
19:        @return the total price
20:    */
21:    public double getTotalPrice()
22:    {
23:        return theProduct.getPrice() * quantity;
24:    }
25:
26:    /**
27:        Formats this item.
28:        @return a formatted string of this item
29:    */
30:    public String format()
```



File LineItem.java

```
31:     {
32:         return String.format("%-30s%8.2f%5d%8.2f",
33:             theProduct.getDescription(),
34:             theProduct.getPrice(),
35:             quantity, getTotalPrice());
36:     }
37:     private int quantity;
38:     private Product theProduct;
39: }
```



File Product.java

```
01: /**
02:     Describes a product with a description and a price.
03: */
04: public class Product
05: {
06:     /**
07:         Constructs a product from a description and a price.
08:         @param aDescription the product description
09:         @param aPrice the product price
10:     */
11:     public Product(String aDescription, double aPrice)
12:     {
13:         description = aDescription;
14:         price = aPrice;
15:     }
16:
```



File Product.java

```
17:      /**
18:         Gets the product description.
19:         @return the description
20:      */
21:      public String getDescription()
22:      {
23:          return description;
24:      }
25:
26:      /**
27:         Gets the product price.
28:         @return the unit price
29:      */
30:      public double getPrice()
31:      {
32:          return price;
33:      }
34:
35:      private String description;
36:      private double price;
37: }
```



File Address.java

```
01: /**
02:     Describes a mailing address.
03: */
04: public class Address
05: {
06:     /**
07:         Constructs a mailing address.
08:         @param aName the recipient name
09:         @param aStreet the street
10:         @param aCity the city
11:         @param aState the two-letter state code
12:         @param aZip the ZIP postal code
13:     */
14:     public Address(String aName, String aStreet,
15:         String aCity, String aState, String aZip)
16:     {
```



File Address.java

```
17:         name = aName;
18:         street = aStreet;
19:         city = aCity;
20:         state = aState;
21:         zip = aZip;
22:     }
23:
24:     /**
25:      * Formats the address.
26:      * @return the address as a string with three lines
27:      */
28:     public String format()
29:     {
30:         return name + "\n" + street + "\n"
31:             + city + ", " + state + " " + zip;
32:     }
33:
34:     private String name;
35:     private String street;
36:     private String city;
37:     private String state;
38:     private String zip;
39: }
```



Sportello Bancario Automatico – Requisiti

- Questo progetto ha lo scopo di simulare il funzionamento di uno sportello bancario automatico, basato su un terminale specializzato noto come Automatic Teller Machine (ATM).
- L' ATM ha un tastierino per immettere numeri, uno schermo per visualizzare messaggi e un gruppo di pulsanti, etichettati A, B e C, le cui funzioni dipendono dallo stato della macchina



Sportello Bancario Automatico – Requisiti

- L' ATM viene usato dai clienti di una banca. Ciascun cliente ha due conti: un conto corrente e un conto di risparmio. Ciascun cliente ha anche un numero cliente e un numero di identificazione personale (Personal Identification Number, PIN): per accedere ai conti è necessario fornire entrambi i numeri. (Nei veri ATM, il numero cliente viene registrato nella striscia magnetica della carta bancaria. In questa simulazione il cliente dovrà digitarlo.) Utilizzando l' ATM il cliente può selezionare un conto (corrente o di risparmio), dopo di che gli viene mostrato il saldo del conto che ha selezionato.
- Il cliente può, poi, versare o prelevare denaro. Il processo viene ripetuto fino a quando il cliente decide di terminare.