Introduzione a UML

Francesco Poggi
(dal materiale di Angelo Di Iorio, Gian Piero Favini e Sara Zuppiroli)

A.A. 2015-2016

Modellare

- Un modello è un'**astrazione** che cattura le proprietà salienti della **realtà** che si desidera rappresentare.
- Idealizza una realtà complessa, individuandone i tratti importanti e separandoli dai dettagli, facilitandone la comprensione.
- La mente umana compie un'attività continua di modellazione, producendo schemi per comprendere e spiegare quello che viene percepito dai sensi.
- La realtà è un'*istanza* del modello.

Perché Modellare

- Per *comprendere* il soggetto in analisi.
- Per *conoscere* il soggetto in analisi (fissando ciò che si è compreso).
- Per *comunicare* la conoscenza del soggetto.

I progetti software sono complessi

- Il tipico progetto software raramente coinvolge un solo sviluppatore, e può coinvolgerne anche centinaia:
  - separare compiti e responsabilità
  - raggruppare le informazioni a diversi livelli di granularità
- Il tipico progetto software subisce un ricambio di personale nel corso della sua storia:
  - il progetto perde conoscenza
  - nuovi sviluppatori devono acquisirla
- Le caratteristiche del progetto spesso mutano col tempo:
  - necessità di comunicare con il cliente in termini chiari
  - prevedere ed adattarsi ai cambiamenti
  - stimarne l'impatto su costi, tempi e risorse di sviluppo

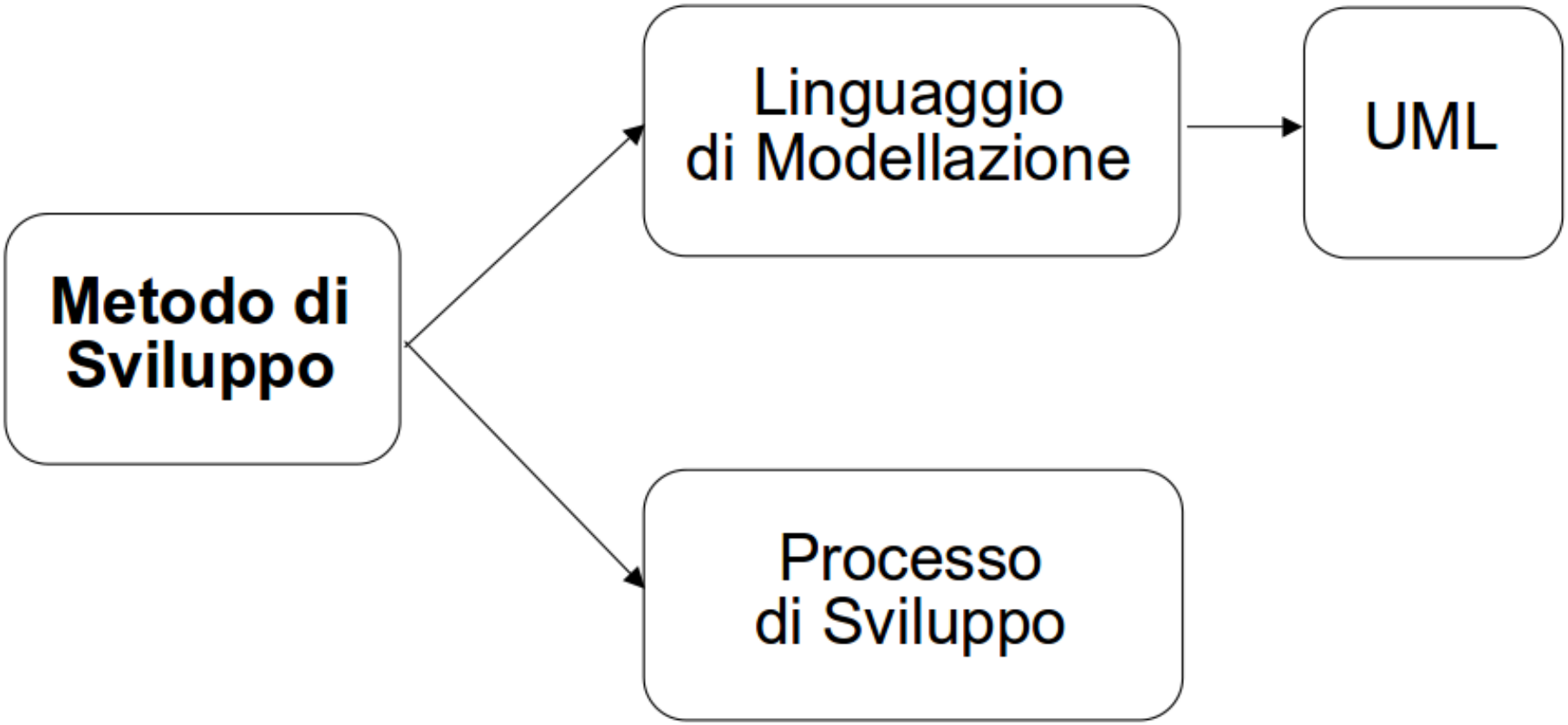
Come si può ragionare su questo se non si sa su *cosa* si sta ragionando?

I linguaggi di modellazione

- Un linguaggio di modellazione fornisce le primitive a cui ricondurre la realtà in esame.
- Permette di esprimere le **entità** che compongono un sistema complesso, le loro **caratteristiche** e le **relazioni** che le collegano.
- Nell'ambito di un progetto, il **linguaggio** di modellazione è normalmente distinto dal **processo** di sviluppo.

Metodo di sviluppo

- Metodo = Linguaggio + Processo
- Il **Linguaggio di Modellazione** è la notazione per esprimere le caratteristiche del progetto
- Il **Processo** consiste in una serie di passi da intraprendere per produrre il progetto


Metodo di Sviluppo
Linguaggio di Modellazione
UML
Processo di Sviluppo

Che cos'è UML (1)

- **UML** (Unified Modeling Language): è un linguaggio **semiformale** e **grafico** (basato su diagrammi) per:
  - specificare
  - visualizzare
  - costruire
  - documentare

  gli artefatti di un sistema software.
- **Artefatti:** sorgenti, eseguibili, documentazione, risultati di test, ecc.

Cos'è UML (2)

- Permette di:
  - modellare un dominio
  - scrivere i requisiti di un sistema software
  - descrivere l'architettura del sistema
  - descrivere struttura e comportamento di un sistema
  - documentare un'applicazione
  - generare automaticamente un'implementazione
- Gli stessi modelli UML sono quindi artefatti usati per sviluppare il sistema e comunicare con il cliente (ma anche con progettisti/sviluppatori/etc.)

Che cos'è UML (3)

- Si tratta di un linguaggio di modellazione usato per capire e descrivere le caratteristiche di un nuovo sistema o di uno esistente.
- Indipendente dall'ambito del progetto.
- Indipendente dal processo di sviluppo.
- Indipendente dal linguaggio di programmazione (progettato per essere abbinato alla maggior parte dei linguaggi object-oriented).
- Fa parte di un metodo di sviluppo, non è esso stesso il metodo.

L come Linguaggio

- Si tratta di un vero e proprio linguaggio, non di una semplice notazione grafica.
- Un modello UML è costituito da un insieme di elementi che hanno *anche* una rappresentazione grafica.
- Il linguaggio è semiformale perché descritto in linguaggio naturale e con l'uso di diagrammi, cercando di ridurre al minimo le ambiguità.
- Ha regole *sintattiche* (come produrre modelli legali) e regole *semantiche* (come produrre modelli con un significato).

Sintassi e semantica: esempio

- Usiamo un semplice diagramma dei Casi d'Uso come esempio.
- Regola sintattica: una relazione tra un attore e un caso d'uso può opzionalmente includere una freccia.
- Regola semantica: la freccia significa che la prima interazione si svolge nel senso indicato dalla freccia.

U come Unificato

- UML rappresenta la sintesi di vari approcci metodologici fusi in un'unica entità.
- L'intento era di prendere il meglio da ciascuno dei diversi linguaggi esistenti e integrarli. Per questo motivo, UML è un linguaggio molto vasto.
- Questa è una delle critiche principali mosse a UML ("vuole fare troppe cose").

Breve storia (1)

- Agli inizi degli anni ’90 vi era una proliferazione di linguaggi e approcci alla modellazione object-oriented. Mancava uno standard accettato universalmente per la creazione di modelli software.
- C’era la sensazione che la quantità di differenti soluzioni ostacolasse la diffusione dello stesso metodo object-oriented.
- Nel 1994 due esperti di modellazione della *Rational Software Corporation*, Grady Booch e James Rumbaugh, unificarono i propri metodi, **Booch** e **OMT** (Object Management Technique).
- Nel 1995 si unisce anche Ivar Jacobson con il suo **OOSE** (Object Oriented Software Engineering), dopo l’acquisizione della sua compagnia Objectory da parte di Rational.

The 'three amigos'

- **Booch:** definizione e classificazione di nozioni base
- **Rumbaugh:** modelli e notazioni diagrammatiche
- **Jacobson:** modello di processo Objectory

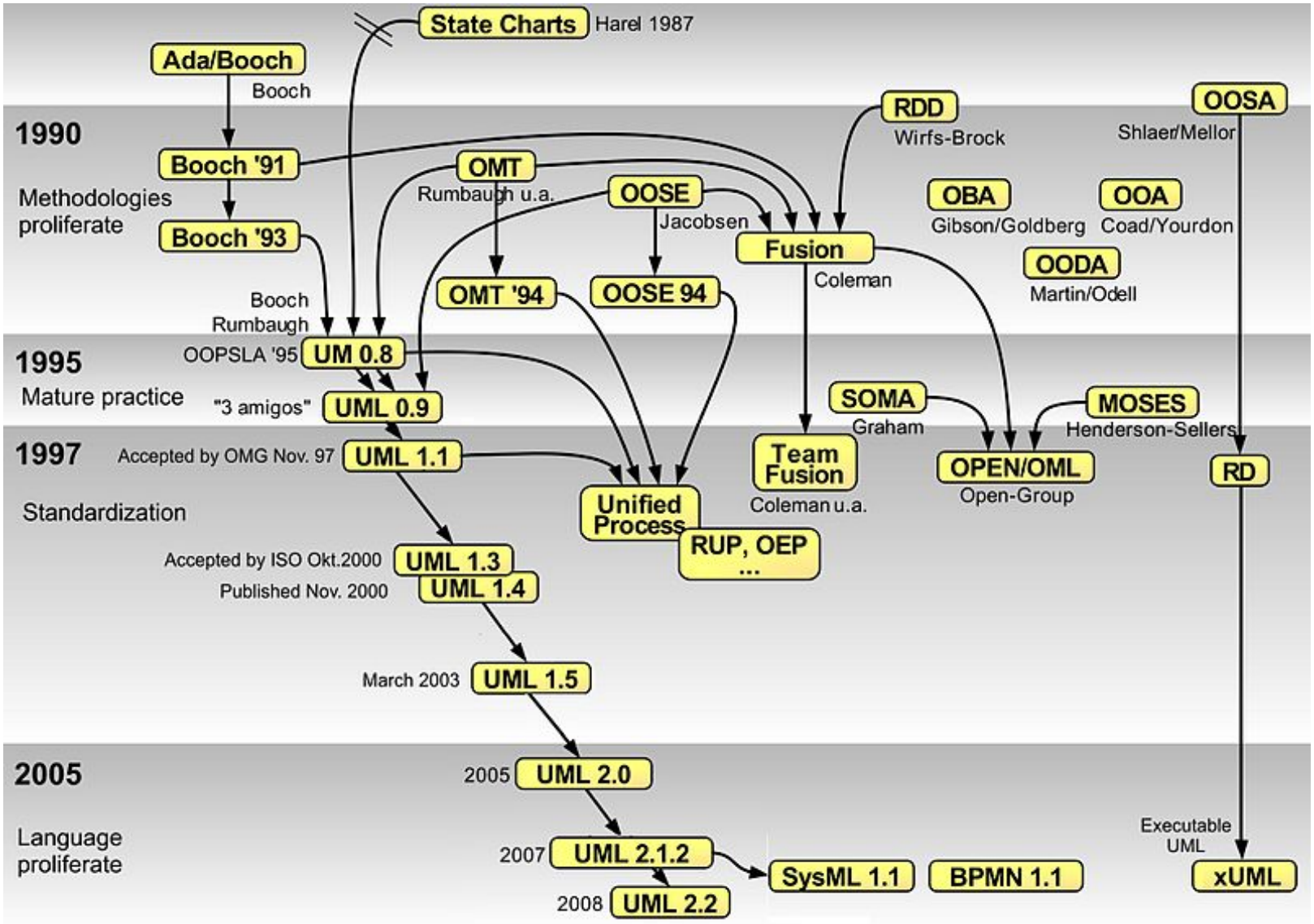
Grady Booch,

Jim Rumbaugh,

Ivar Jacobson

Breve storia (2)

- Nel 1996, Booch, Rumbaugh e Jacobson, sono incaricati da Rational di dirigere la creazione dell'Unified Modeling Language e RUP.
- (Nel 2001 Rational verrà acquisita da IBM)
- Nel 1997, la specifica UML 1.0 viene presentata all'**OMG** (Object Management Group), un consorzio di grandi aziende interessate allo sviluppo di standard e tecnologie basate su oggetti.
- Nel novembre dello stesso anno, una versione arricchita, UML 1.1, viene approvata dall'OMG.
- Seguono aggiornamenti: 1.2 (1998), 1.3 (1999), 1.4 (2001), 1.5 (2003), e la major revision 2.0 (2005).
- L'ultima versione è la 2.5 rilasciata a dicembre 2013.


State Charts
Harel 1987
Ada/Booch
Booch
1990
Booch '91
Methodologies
proliferate
Booch '93
OMT
Rumbaugh u.a.
OOSE
Jacobsen
RDD
Wirfs-Brock
OOSA
Shlaer/Mellor
OBA
Gibson/Goldberg
OOA
Coad/Yourdon
Fusion
Coleman
OODA
Martin/Odell
OMT '94
OOSE 94
Booch
Rumbaugh
1995
OOPSLA '95
UM 0.8
Mature practice
"3 amigos"
UML 0.9
SOMA
Graham
MOSES
Henderson-Sellers
1997
Accepted by OMG Nov. 97
UML 1.1
Team
Fusion
Coleman u.a.
OPEN/OML
Open-Group
RD
Unified
Process
RUP, OEP
...
Standardization
Accepted by ISO Okt.2000
UML 1.3
Published Nov. 2000
UML 1.4
March 2003
UML 1.5
2005
2005
UML 2.0
Language
proliferate
2007
UML 2.1.2
SysML 1.1
BPMN 1.1
Executable
UML
xUML
2008
UML 2.2

Object-oriented

- UML non è solo un linguaggio per la modellazione, ma un linguaggio per la modellazione **orientata agli oggetti**.
- Questo include sia l'*analisi* che la *progettazione* orientata agli oggetti (OOA e OOD, rispettivamente):
  - **analisi**: capire **cosa** deve fare il sistema, senza occuparsi dei dettagli implementativi
  - **progettazione**: capire **come** il sistema raggiunge il suo scopo, come viene implementato
- UML offre strumenti di modellazione OO in entrambi gli ambiti; frammenti differenti di UML sono impiegati in diverse fasi del processo di sviluppo (anche se UML stesso non fornisce indicazioni sul suo utilizzo).

Object-oriented

- OO: un paradigma che sposta l'enfasi della programmazione dal codice verso le **entità** su cui esso opera, gli **oggetti**.
- Una rivoluzione copernicana cominciata dagli anni '60 e proseguita, lentamente, fino ad affermarsi negli anni '90.
- I principi cardine furono proposti separatamente e solo successivamente integrati in unico paradigma.
- Principi OO comunemente accettati sono: **Abstraction**, **Encapsulation**, **Inheritance**, **Polymorphism**.

Principi OO

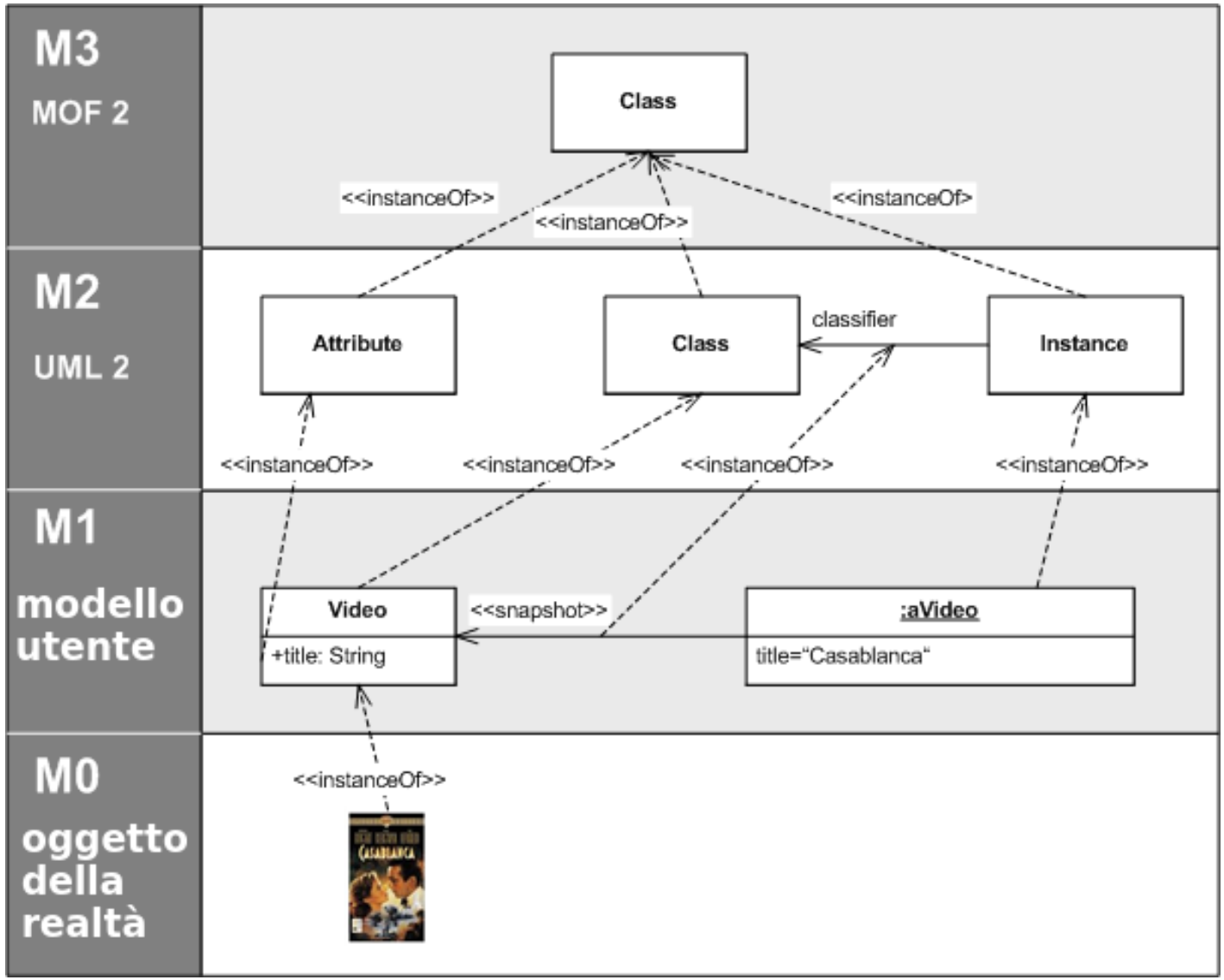
- **Abstraction** : usare *classi* per astrarre la natura e le caratteristiche di un oggetto, che è un'istanza della propria classe di appartenenza.
- **Encapsulation** : nascondere al mondo esterno i dettagli del funzionamento di un oggetto; gli oggetti hanno accesso solo ai dati di cui hanno bisogno.
- **Inheritance** : classi possono specializzare altre classi ereditando da esse e implementando solo la porzione di comportamento che differisce.
- **Polymorphism** : invocare comportamento diverso in reazione allo stesso messaggio, a seconda di quale oggetto lo riceve.

Meta-Object Facility

- Si può dire che in UML tutto è un oggetto.
- La relazione classe/istanza costituisce le fondamenta stessa del linguaggio.
- UML stesso, il linguaggio, è un'*istanza*!
- UML fa parte di un'architettura standardizzata per la modellazione di OMG chiamata **MOF** (Meta-Object Facility).
- Si può vedere MOF come un linguaggio per creare linguaggi, uno dei quali è UML.

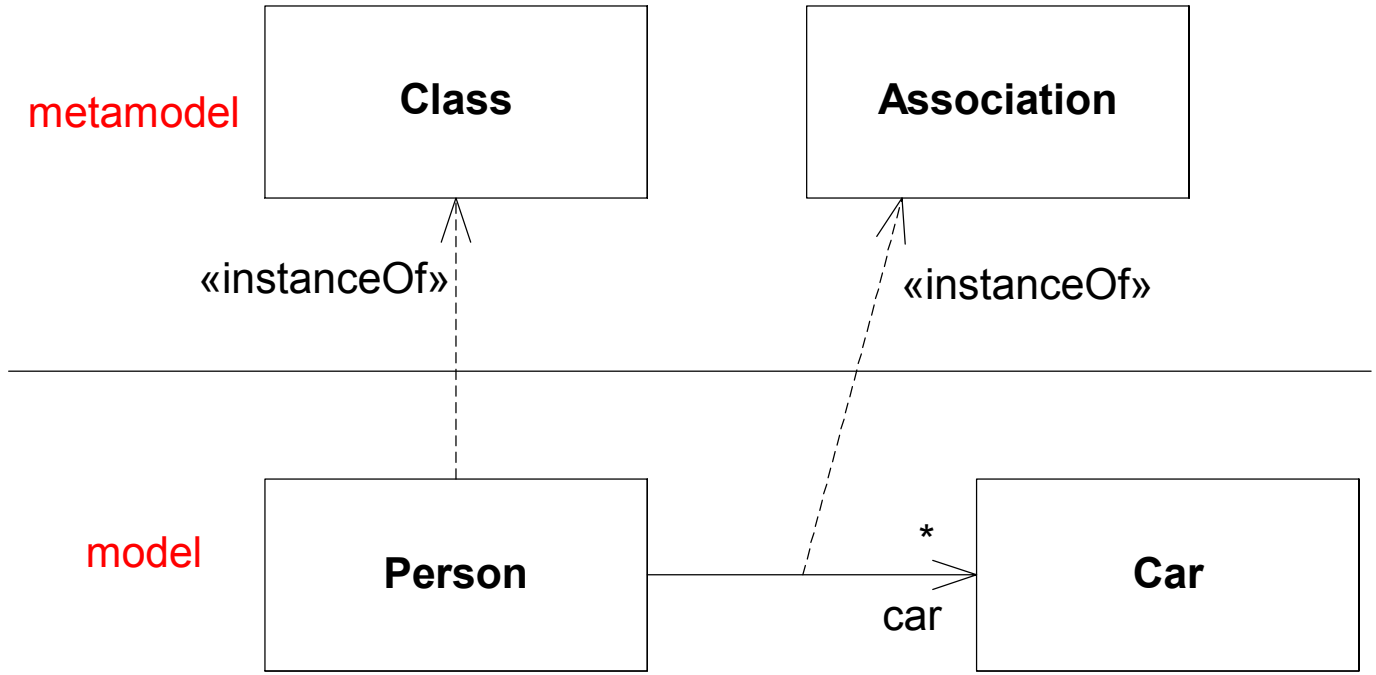
Il metamodello UML

- MOF ha 4 livelli: M0, M1, M2 e M3. Ogni livello è un'istanza di un elemento del livello superiore.
  - un elemento di M0 è la realtà da modellare
  - un elemento di M1 è un modello che descrive la realtà
  - un elemento di M2 è un modello che descrive modelli (*metamodello*); **UML è qui**
  - un elemento di M3 è un modello che descrive metamodelli (*meta-metamodello*); **MOF è qui**
- OMG usa MOF per definire altri linguaggi oltre a UML.
- Tutti i linguaggi basati su MOF e i modelli con essi prodotti possono essere serializzati e scambiati tramite lo standard **XMI** (XML Metadata Interchange).

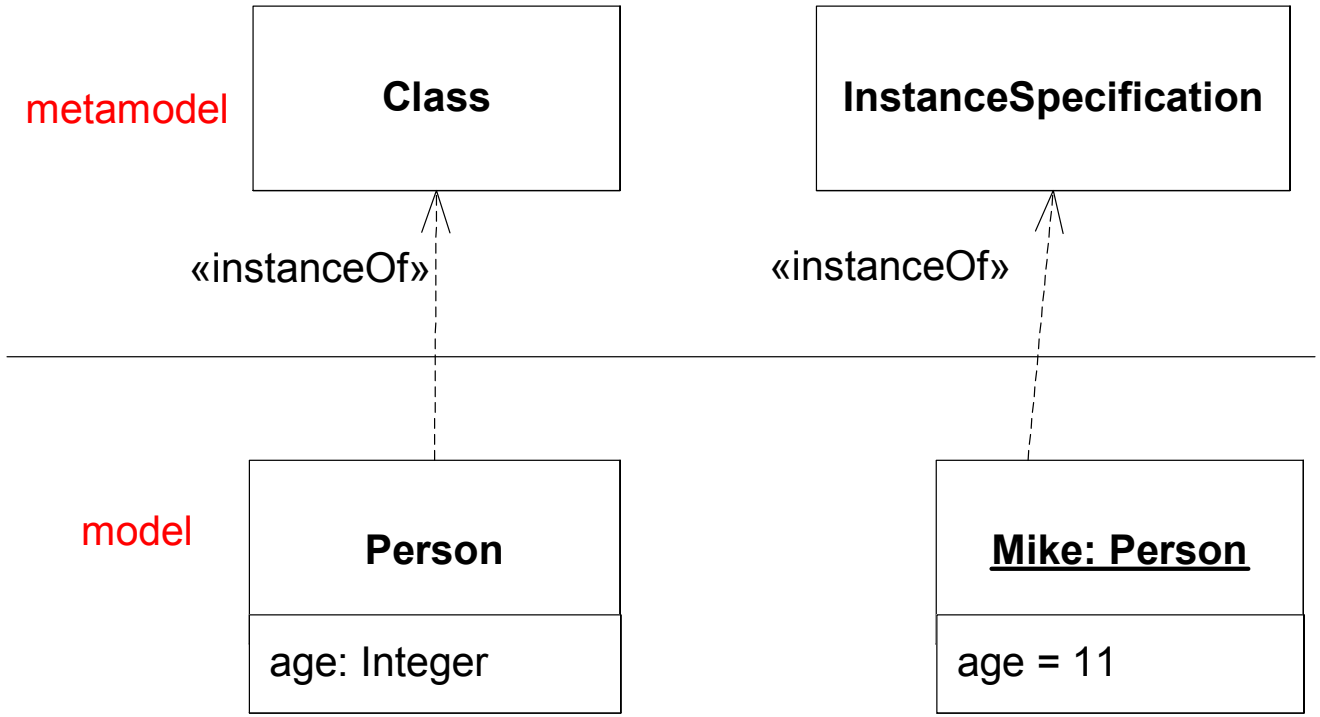

M3
MOF 2
Class
<<instanceOf>>
<<instanceOf>>
<<instanceOf>
M2
UML 2
Attribute
Class
classifier
Instance
<<instanceOf>>
<<instanceOf>>
<<instanceOf>>
<<instanceOf>>
M1
modello utente
Video
+title: String
<<snapshot>>
:aVideo
title="Casablanca"
M0
oggetto della realtà
<<instanceOf>>

Semplificando...

- Si può dire che UML è definito tramite un modello UML (o piuttosto, usando un modello M3 che usa primitive comuni a UML).
- In qualunque momento, un oggetto al livello Mx è un'istanza di uno del livello superiore.
- Il meta-metamodello di livello M3 è progettato per essere istanza di se stesso, quindi non esiste M4.
- **Chi usa UML crea modelli di livello M1**; tuttavia, è bene sapere che esistono anche i livelli superiori.



M1 e M2 a confronto (usando un diagramma UML).



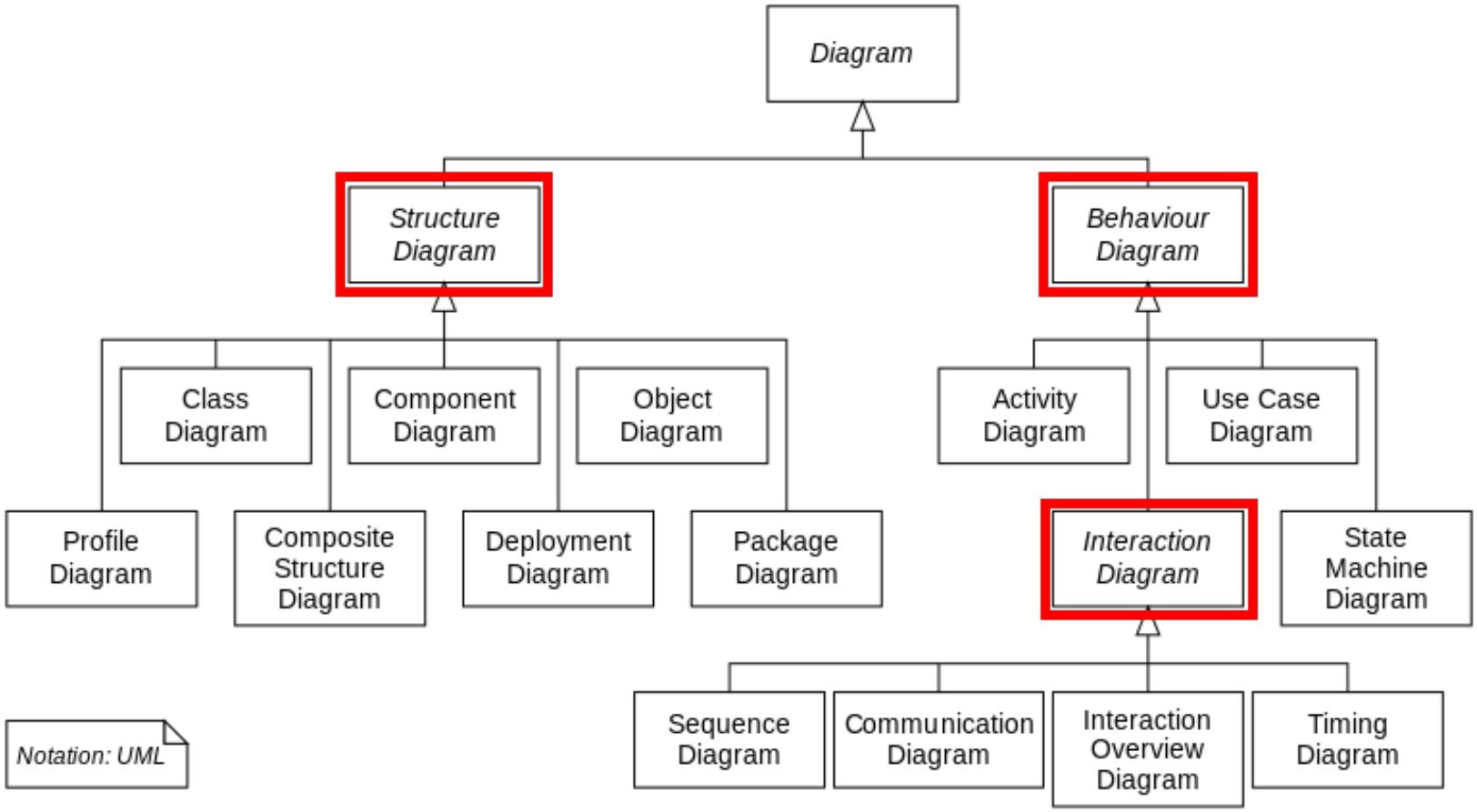
Altro esempio con M1 (modello utente) e M2 (metamodello UML)

I diagrammi e le viste

- Un **diagramma** è la **rappresentazione grafica di una parte del modello**.
- Fornisce una **vista** di un sistema o una sua parte, cioè ne mette in risalto diverse proprietà.
- 4+1 viste (Kruchten, 1995):
  - **Logical:** mette in risalto la scomposizione logica del sistema tramite classi, oggetti e loro relazioni
  - **Development:** mostra l'organizzazione del sistema in blocchi strutturali (package, sottosistemi, librerie, ...)
  - **Process:** mostra i processi (o thread) del sistema in funzione, e le loro interazioni
  - **Physical:** mostra come il sistema viene installato ed eseguito fisicamente
  - **Use case:** (+1) la vista che agisce da 'collante' per le altre; spiega il funzionamento desiderato del sistema

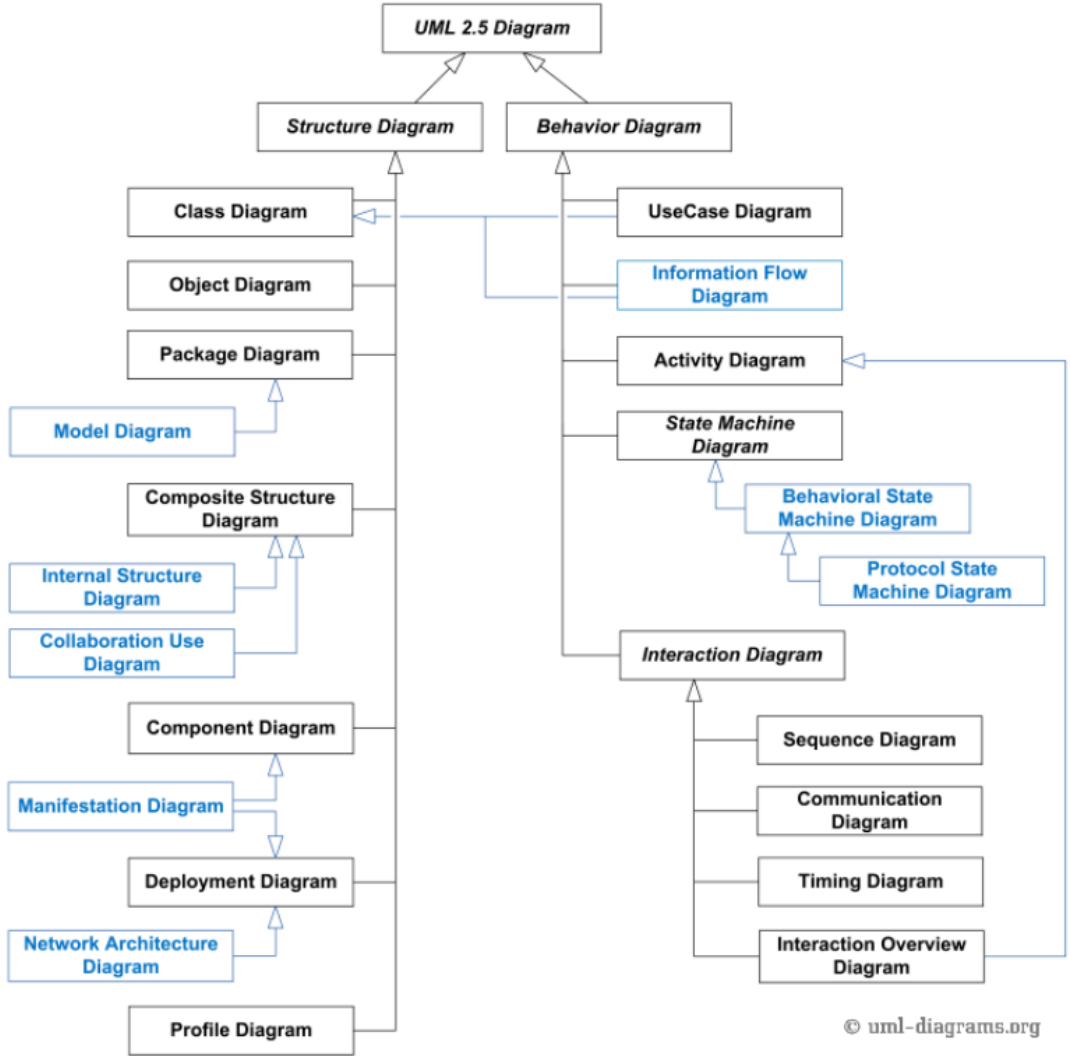
- UML 2.5 definisce 14 diagrammi (contro i 9 di UML 1.x), divisi in categorie:
  - **Diagrammi di Stato:** mostrano la *struttura statica* del sistema e delle sue parti a diversi livelli di astrazione ed implementazione, e delle relazioni che intercorrono fra di essi;
  - **Diagrammi di Comportamento:** mostrano il *comportamento dinamico* degli oggetti di un sistema, che può essere descritto come una serie di cambiamenti al sistema nel tempo.
    - **Diagrammi di Interazione:** mostrano come un certo comportamento viene realizzato dalla collaborazione delle entità in gioco.

Tassonomia dei 14 diagrammi di UML 2



Gerarchia dei diagrammi

(Work in progress 2.5)



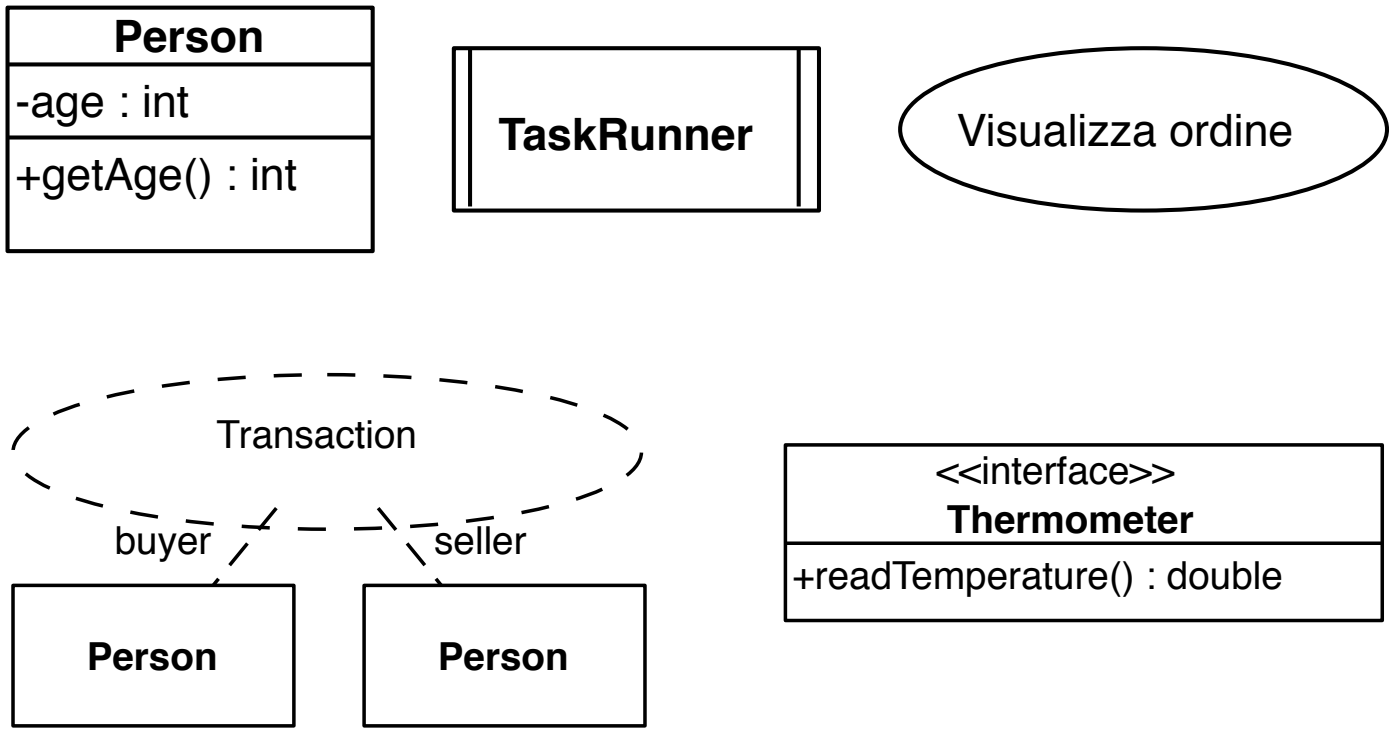
- **NB:** gli elementi in blu non sono parte della tassonomia ufficiale di UML 2.5.

Entità UML

- UML prevede diversi tipi di entità che possono essere organizzati in quattro categorie:
  - Strutturali
  - Comportamentali
  - Informative
  - Raggruppamento e contenimento
- Una lista delle entità usate da ogni singolo diagramma è disponibile all'url:
  `www.uml-diagrams.org/uml-25-diagrams.html`
- Segue una panoramica delle entità principali ma andremo in dettaglio quando analizzeremo i diversi diagrammi

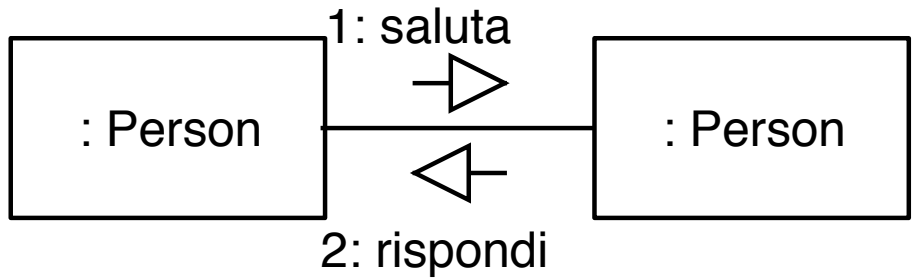
UML: entità strutturali

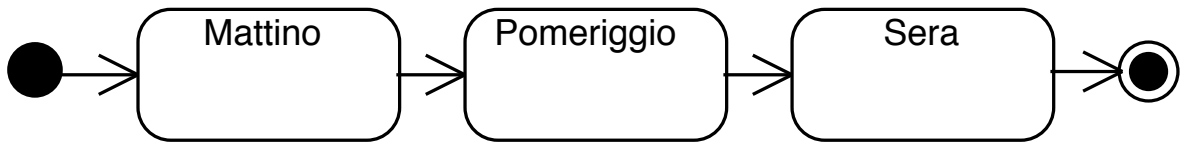
- Definiscono le "cose" (*classificatori*, *things*) del modello
- Alcuni esempi: classi, classi attive, use-case, collaborazioni, interfacce



UML: entità comportamentali

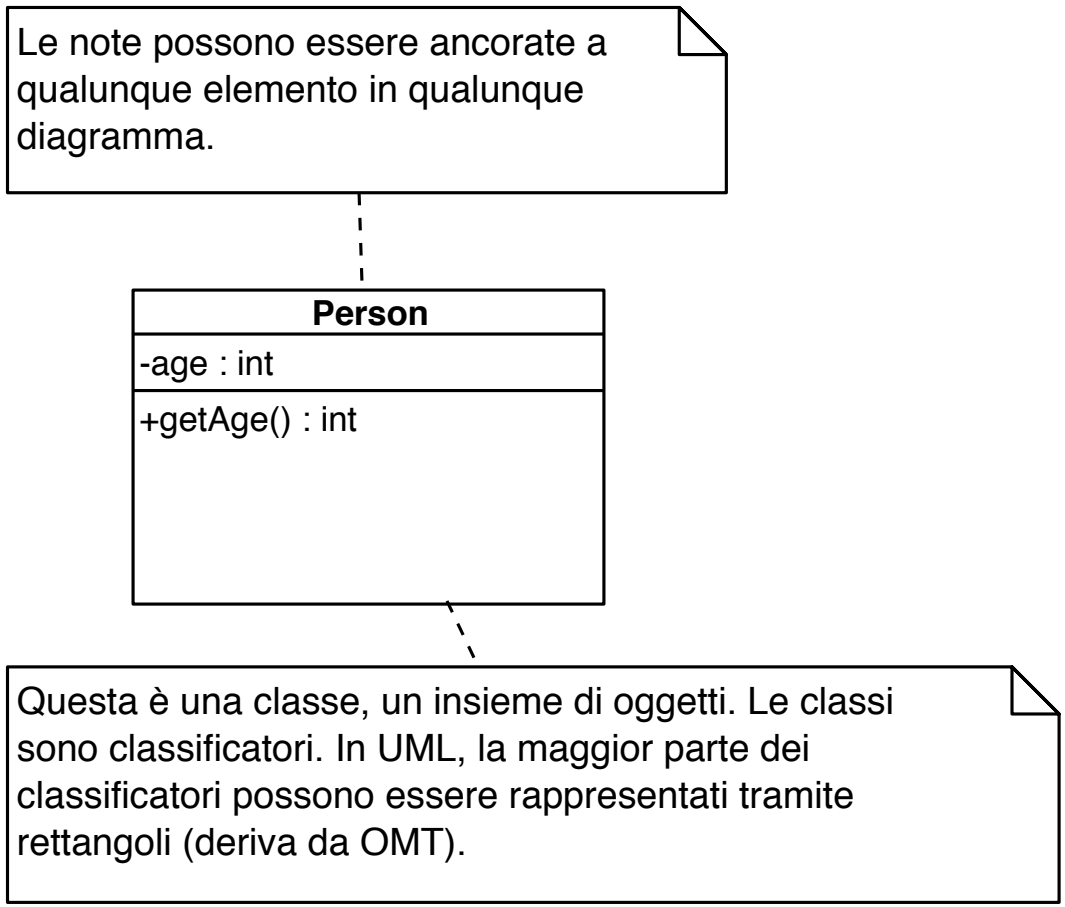
- Descrivono il "behavior": interazioni, collaborazioni (communication), scambi di messaggi, transizioni di stato, etc.





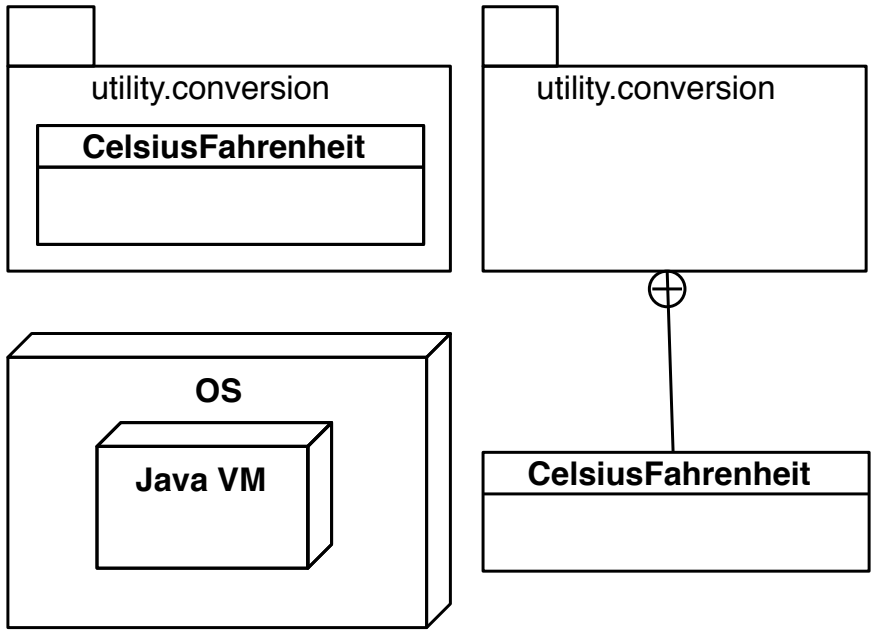
Entità informative

- Uno degli scopi principali della modellazione è la leggibilità: un diagramma non leggibile e informativo serve a poco...
- Le *note* UML non hanno effetti sul modello ma migliorano la leggibilità.



UML: entità di raggruppamento e contenimento

- I *package* raggruppano altri elementi e forniscono loro un *namespace* (che permette poi di identificare ogni elemento con il suo nome).
- In UML, moltissimi elementi possono contenere altri elementi al loro interno, formando una struttura gerarchica, rappresentabile graficamente in vari modi.

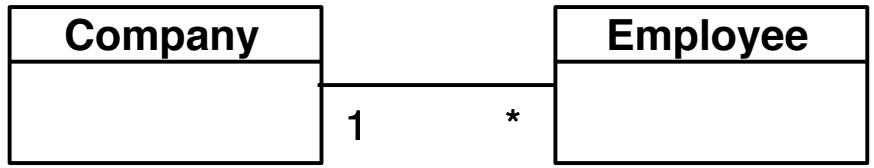


Relazioni

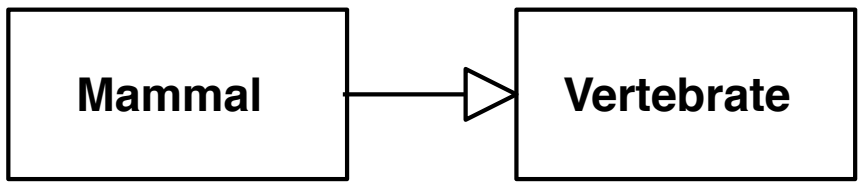
- Gli elementi del modello possono essere collegati da **relazioni**.
- Rappresentate graficamente tramite linee.
- Possono avere un nome.
- Quattro sottotipi fondamentali:
  - **Association**
  - **Generalization**
  - **Dependency**
  - **Realization**

Association e generalization

- Un'associazione descrive l'esistenza di un nesso tra le istanze di classificatori (*things*) e ha varie caratteristiche, alcune opzionali.

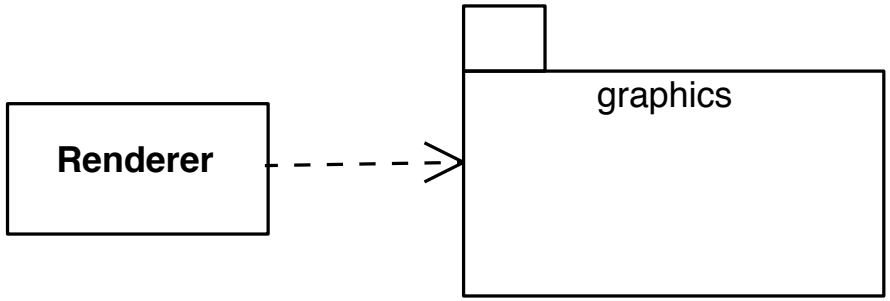


- La generalizzazione è una relazione tassonomica da un elemento specializzato verso un altro, più generale, dello stesso tipo.
  - Il figlio è sostituibile al genitore dovunque appaia, e ne condivide struttura e comportamento.

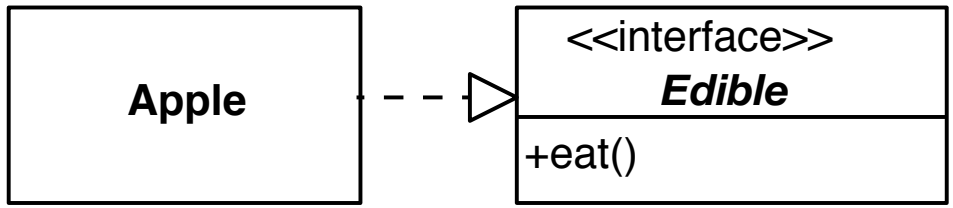


Dipendenze e realizzazioni

- Una dipendenza è una relazione semantica: indica che il *client* dipende, semanticamente o strutturalmente, dal *supplier* (variazioni alla specifica del supplier possono cambiare quella del client).



- Anche la realizzazione è una relazione semantica: il supplier fornisce una specifica, il client la realizza (es: implementazione di interfacce, templates, etc.)



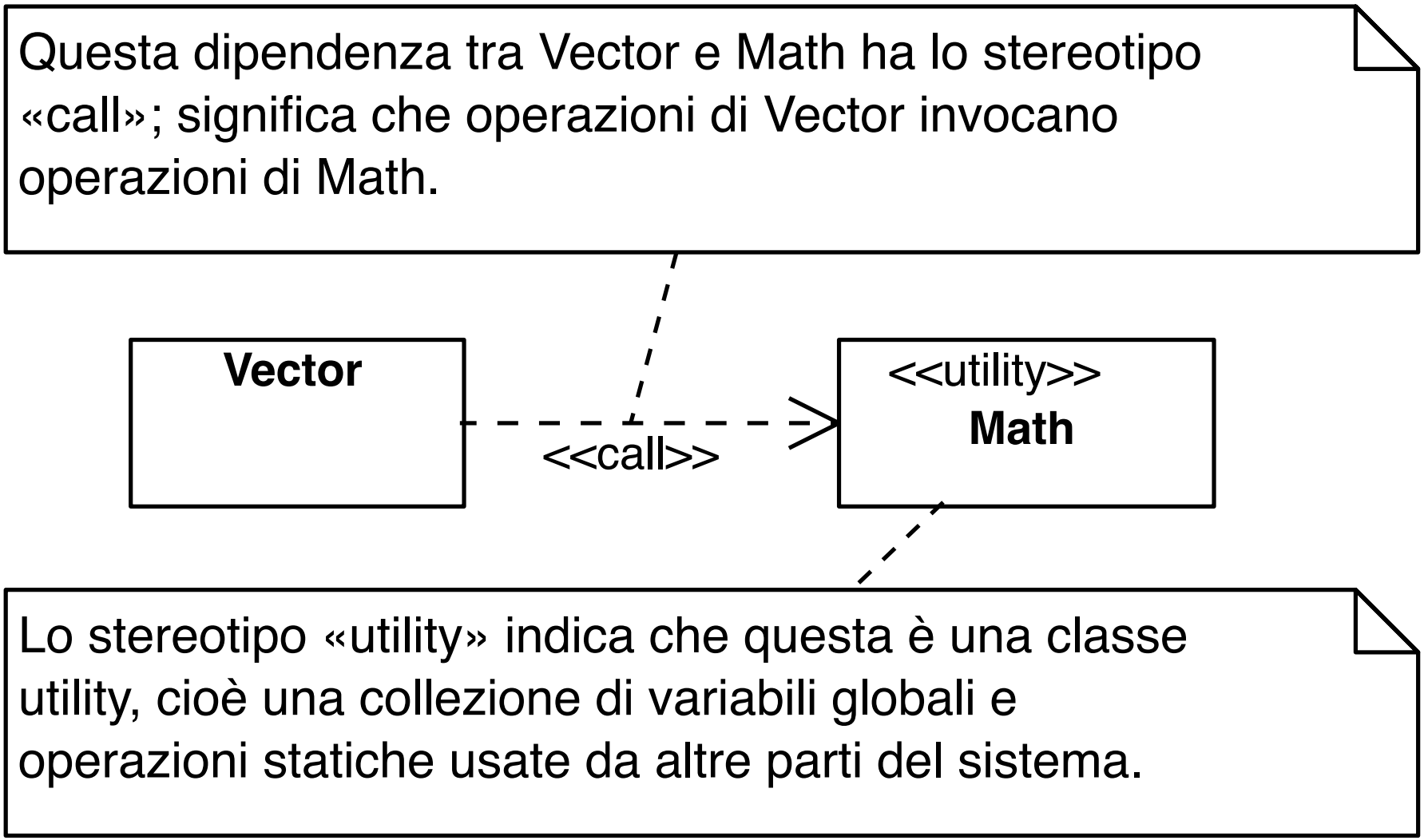
Le frecce in UML

- Un metodo mnemonico per ricordarsi il verso di tutte le frecce in UML è il seguente:
- In UML, tutte le frecce vanno **da chi sa verso chi non sa** (dell'esistenza dell'altro).
- In una generalizzazione, il figlio sa di estendere il genitore, ma il genitore non sa di essere esteso.
- In una dipendenza, chi dipende sa da chi dipende, ma non vice-versa.
- In una realizzazione, chi implementa conosce la specifica, ma non il contrario.

Stereotipi

- Un'altra primitiva di UML comune ad ogni diagramma.
- Rende un diagramma più informativo arricchendo la semantica dei costrutti UML.
- Uno stereotipo è una parola chiave tra virgolette e abbinata ad un elemento del modello.
- Es. «import», «utility», «interface».

Stereotipi in un diagramma delle classi



Stereotipi come estensioni di UML

- Gli stereotipi forniscono significato aggiuntivo ai costrutti UML.
- Possono essere usati per adattare UML a particolari ambiti e piattaforme di sviluppo.
- Stereotipi, vincoli e regole aggiuntivi vengono raccolti in *profili*, che costituiscono uno dei principali meccanismi di estensione di UML.

OCL (1)

- **Object Constraint Language** (OCL) è un linguaggio, approvato e standardizzato da OMG, per la specifica di vincoli. Si usa assieme ad UML e a tutti i linguaggi dell'architettura MOF.
- Non è obbligatorio, ma aggiunge rigore formale al modello.
- Specifica condizioni che devono essere soddisfatte dalle istanze di una classe: i vincoli sono espressioni booleane considerate *true*.
- Un tool UML può usare OCL
  - per validare il modello
  - per generare codice

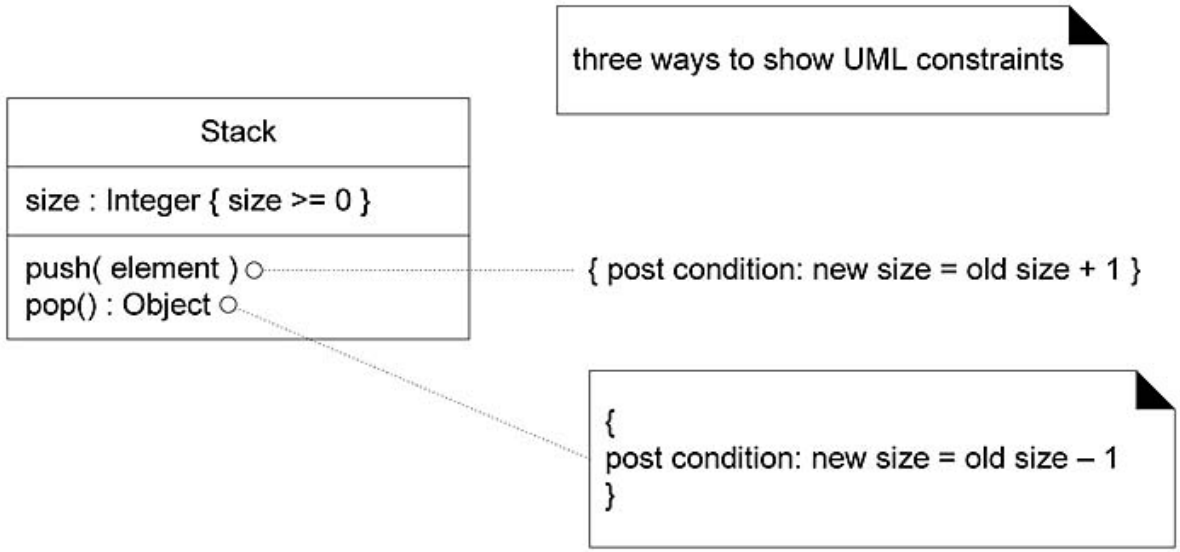
OCL (2)

- Un **vincolo** OCL opera in un determinato **contesto**, specificando proprietà soddisfatte da tutte le istanze di quel contesto.
- Il contesto può essere una classe, un suo attributo o una sua operazione.
- I vincoli hanno un tipo che descrive l'ambito della loro **validità**.
- **context** Car **inv:**
  fuel>=0
- Questo vincolo si applica alla classe Car ed è un invariante (sempre valido).

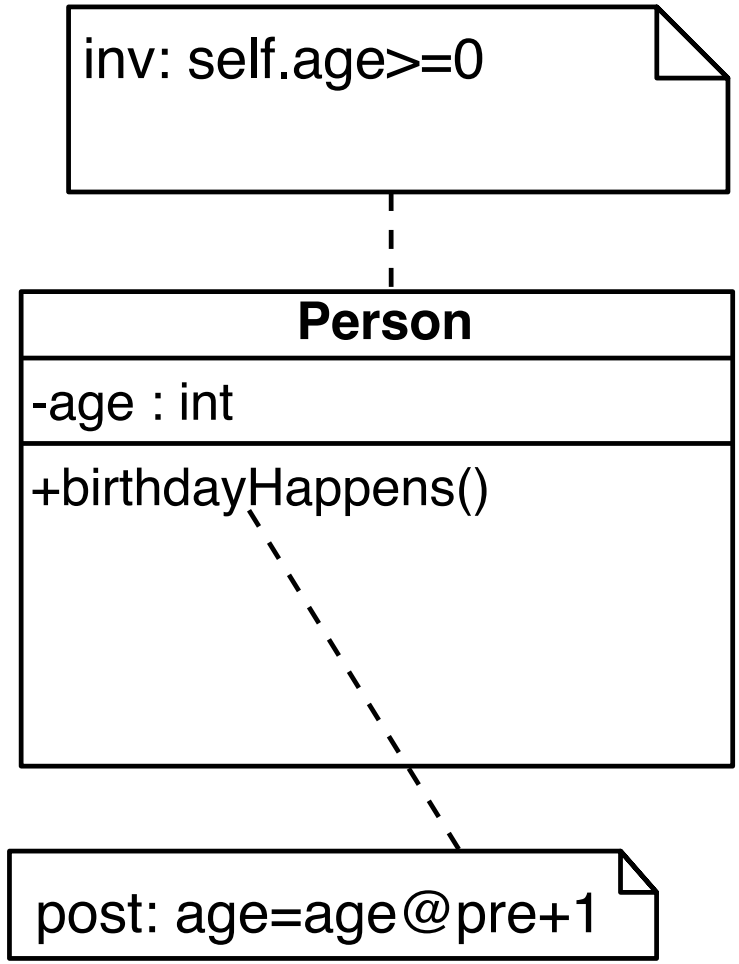
Tipi di vincoli in OCL

- **inv:** Invariante, sempre valido nel contesto.
- **pre:** Nel contesto di un'operazione, una precondizione per la sua esecuzione.
- **post:** Nel contesto di un'operazione, una postcondizione vera dopo l'esecuzione.
- **body:** Definisce una query nel contesto.
- **init:** Definisce il valore iniziale nel contesto.
- **derive:** Definisce un attributo derivato del contesto.

OCL nei diagrammi (1)



OCL nei diagrammi (2)



(In una postcondizione, '@pre' permette di accedere al valore precedente di un attributo.)

Conclusioni

- Modellare è indispensabile in qualunque progetto non banale.
- UML è un linguaggio general-purpose per la modellazione.
- Non è perfetto, ma è potente e costituisce uno standard diffuso ed accettato.
- Costruire un buon modello è difficile.

Alcuni tool

- *ArgoUML*: http://argouml.tigris.org/
- *Papyrus*: http://eclipse.org/papyrus
- *Umbrello*: http://uml.sourceforge.net/
- *Eclipse*: www.eclipse.org/uml2/
- ...