

# MODELLAZIONE CON UML: *DIAGRAMMI DI INTERAZIONE/SEQUENZE*

---

Prof. Mariacarla Staffa



# DIAGRAMMA DI SEQUENZA

---

- Il diagramma di sequenza è un modello UML differente dal diagramma delle classi.
- Si concentra sulle entità, oggetti e attori, che vivono durante l'esecuzione del software e, in particolar modo, sui messaggi che gli stessi scambiano tra loro.
- Dato un caso d'uso, lo sviluppatore realizza il relativo diagramma di sequenza per rappresentare le varie interazioni che si verificano sotto forma di scambi di messaggi e dati tra oggetti, organizzati in sequenza temporale.

# DIAGRAMMA DI SEQUENZA

---

- Il diagramma rappresenta lo scorrere del tempo dall'alto verso il basso.
- I principali costrutti utilizzati sono:
  - **oggetti e attori**: gli oggetti sono rappresentati da un rettangolo, gli attori da un omino stilizzato;
  - **linee di vita**: dagli oggetti e attori partono delle linee tratteggiate verso il basso che rappresentano lo scorrere del tempo;
  - **barre di attivazione**: una barra rettangolare posta sulla linea di vita e indica che l'oggetto è attivo o istanziato,; la sua lunghezza determina la durata della sua attività;
  - **messaggi**: rappresentano le interazioni tra gli oggetti e sono rappresentati da una freccia con il messaggio come etichetta.

# DIAGRAMMI DI INTERAZIONE

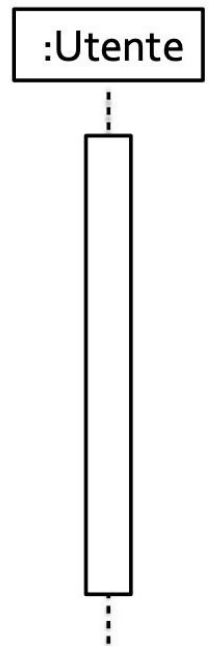
---

- Descrivono le modalità di comunicazione tra un insieme di oggetti interagenti
- Un oggetto interagisce con un altro oggetto inviando messaggi
  - La ricezione di un messaggio da un oggetto aziona l'esecuzione di un metodo che a sua volta può inviare messaggi ad altri oggetti
  - Possono essere inviati degli argomenti insieme al messaggio compatibilmente con i parametri del metodo di cui si richiede l'esecuzione

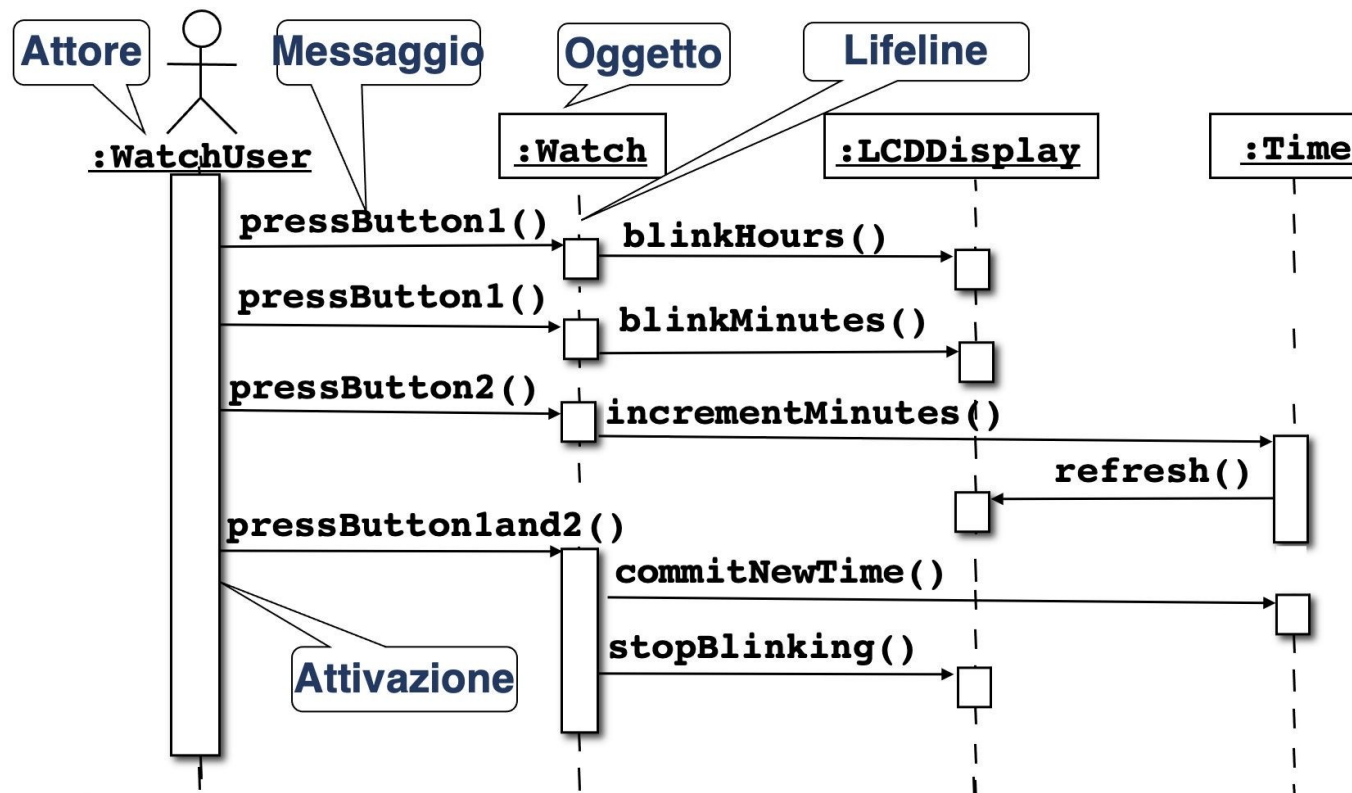
# ELEMENTI DI UN DIAGRAMMA DI SEQUENZA

---

- Oggetti partecipanti alle interazioni sono rappresentati con linee di vita formate da:
  - un rettangolo, che indica ruolo (nell'interazione) e/o tipo dell'oggetto (uno dei due obbligatorio, entrambi solo se utile)
  - una linea verticale chiamata linea di vita dell'oggetto
    - questa linea è **tratteggiata** quando l'oggetto è **inattivo**,
    - **continua e doppia** quando l'oggetto è **attivo**. Oggetti sempre attivi (es attori) hanno l'intera linea di vita continua e doppia.



# DIAGRAMMA DELLE SEQUENZE



I diagrammi delle sequenze rappresentano il comportamento di un Sistema come messaggi (*interazioni*) tra oggetti differenti

# DIAGRAMMI DELLE SEQUENZE

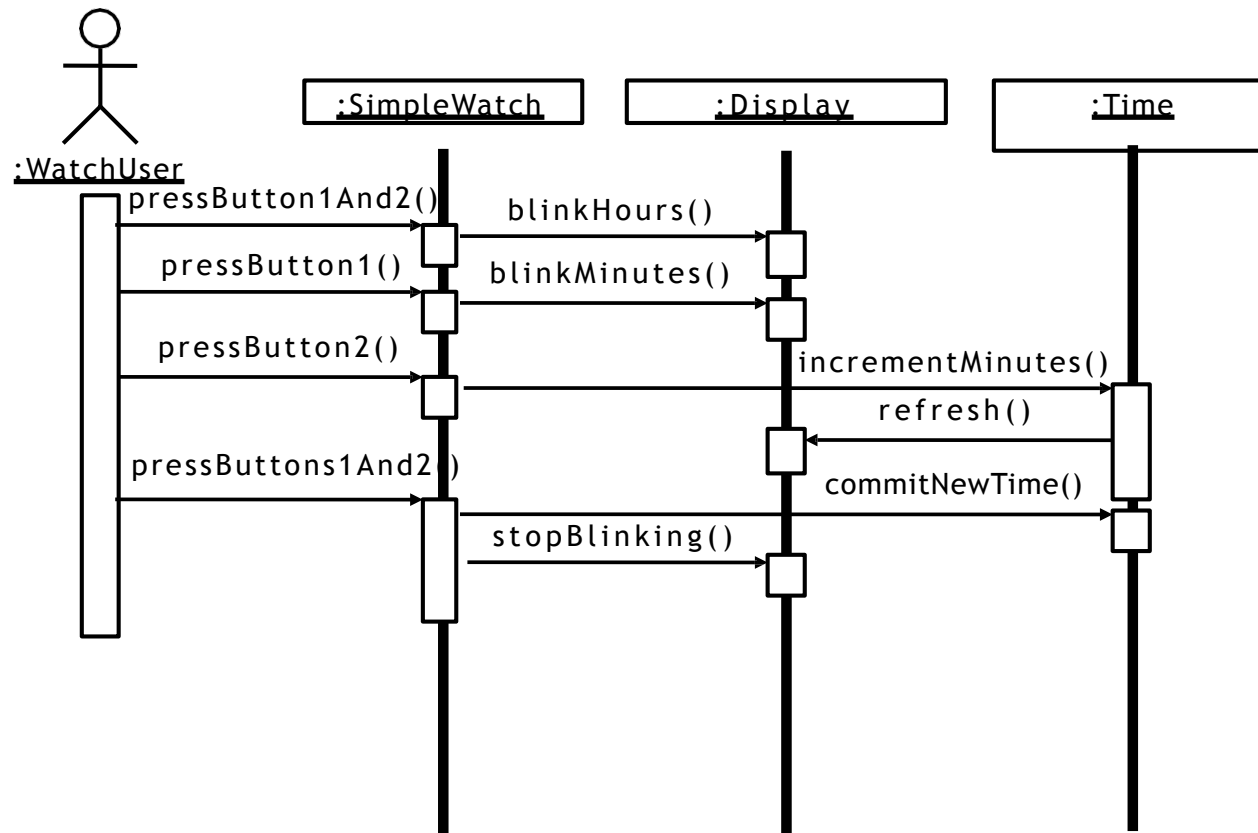
---

Usati

- Durante l'analisi dei requisiti per rifinire le descrizioni dei casi d'uso e per trovare oggetti aggiuntivi (oggetti partecipanti)
  - Durante la progettazione del sistema per rifinire le interfacce dei sottosistemi
- 
- I diagrammi delle sequenze rappresentano orizzontalmente gli oggetti partecipanti nell'interazione e verticalmente il tempo

## ESEMPIO DIAGRAMMA DI SEQUENZE: IMPOSTAZIONE ORA SUL 2BWATCH (OROLOGIO CON 2 PULSANTI)

---



# NOTAZIONI

---

- Le **colonne** rappresentano gli oggetti che partecipano nell'interazione
- Le **frecce** rappresentano i messaggi
  - Le etichette rappresentano i nomi dei metodi che possono contenere argomenti
- I **rettangoli** verticali rappresentano le attivazioni (esecuzione dei metodi)
- L'attore che inizia l'interazione è rappresentato nella prima colonna a sinistra
- I messaggi provenienti dall'attore rappresentano le interazioni descritte nei diagrammi dei casi d'uso
  - Se altri attori comunicano con il sistema durante il caso d'uso, questi attori sono rappresentati sul lato destro e possono ricevere messaggi

# CONDIZIONI ED ITERAZIONI

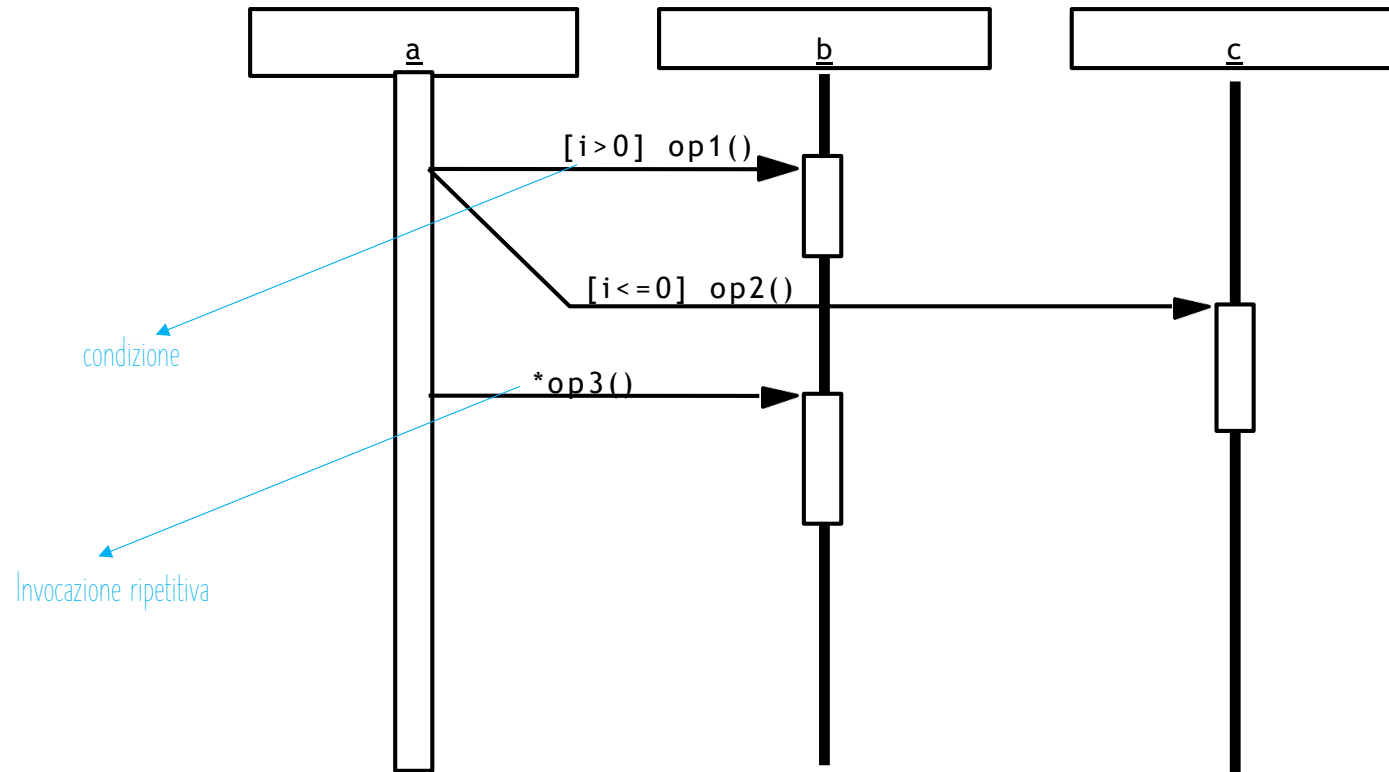
I diagrammi delle sequenze possono essere usati per descrivere una sequenza astratta (tutte le possibili interazioni) o sequenze concrete (una possibile interazione)

Sono disponibili notazioni per esprimere condizioni o iterazioni (quando si descrivono tutte le possibili interazioni)

- Una **condizione** su un messaggio è rappresentata da una espressione tra parentesi quadre prima del nome del messaggio. Se la condizione è vera il messaggio è inviato
- Una invocazione **ripetitiva** di un messaggio è denotata da un '\*' prima del nome del messaggio

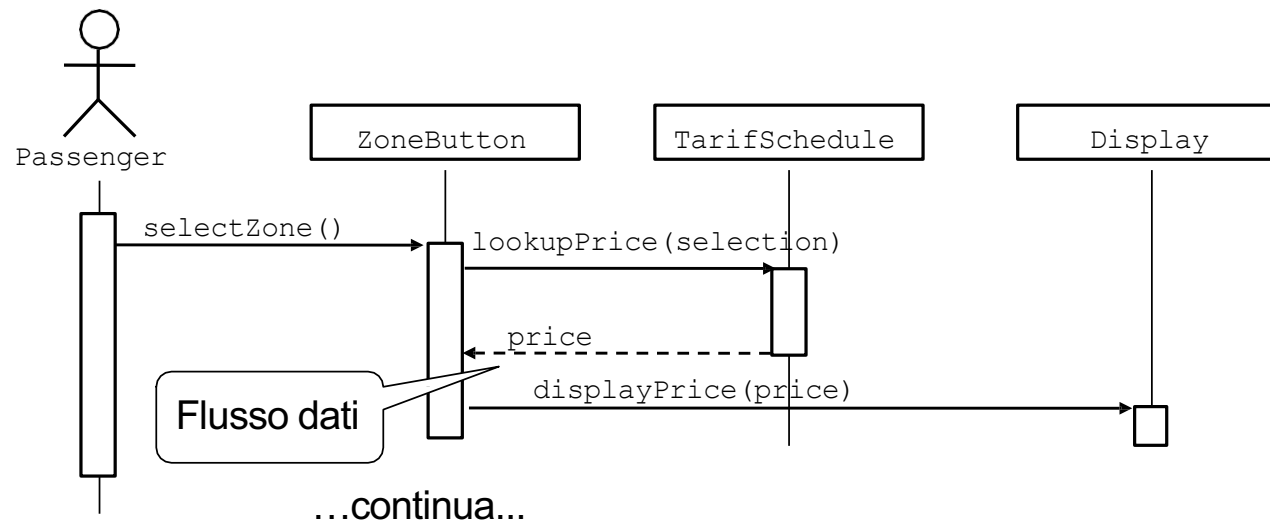
# ESEMPI DI CONDIZIONI E ITERAZIONI

---

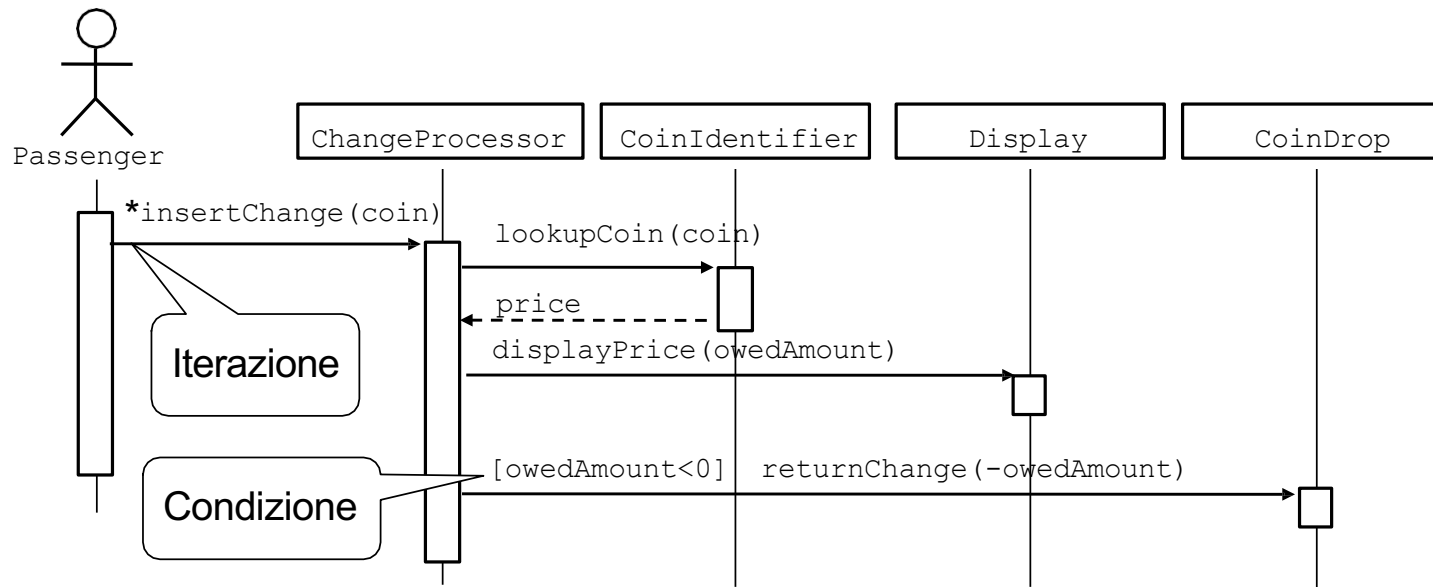


# I DIAGRAMMI DELLE SEQUENZE: FLUSSO DATI

---

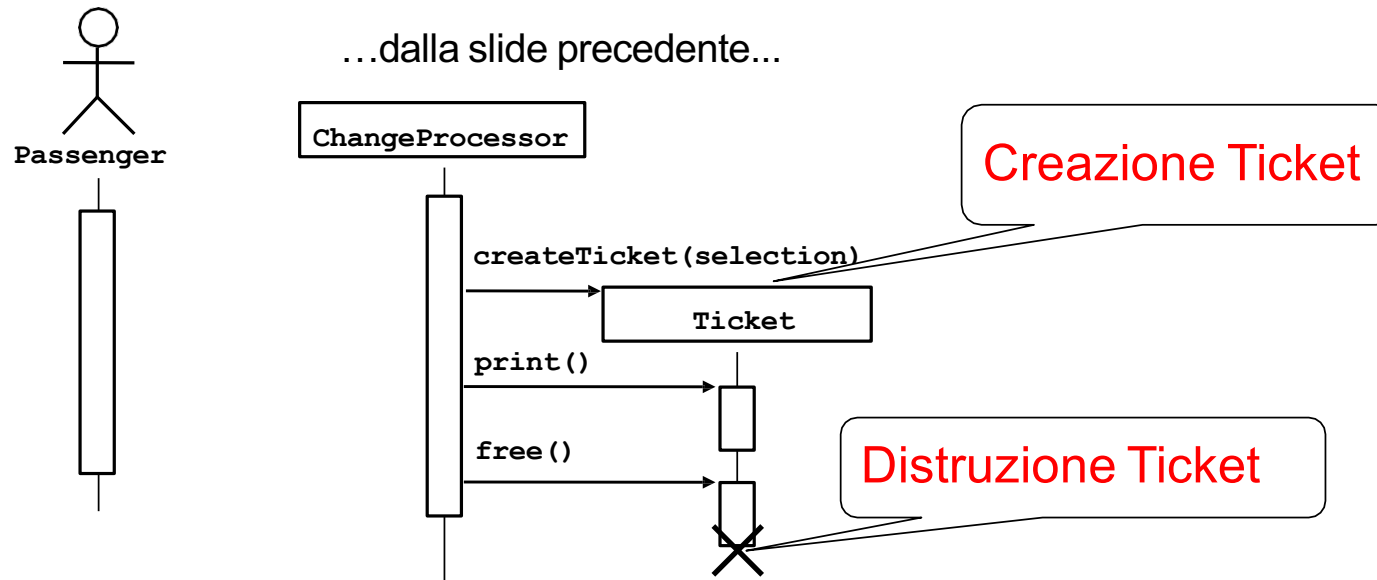


# ITERAZIONI E CONDIZIONI



# CREAZIONE E DISTRUZIONE

---

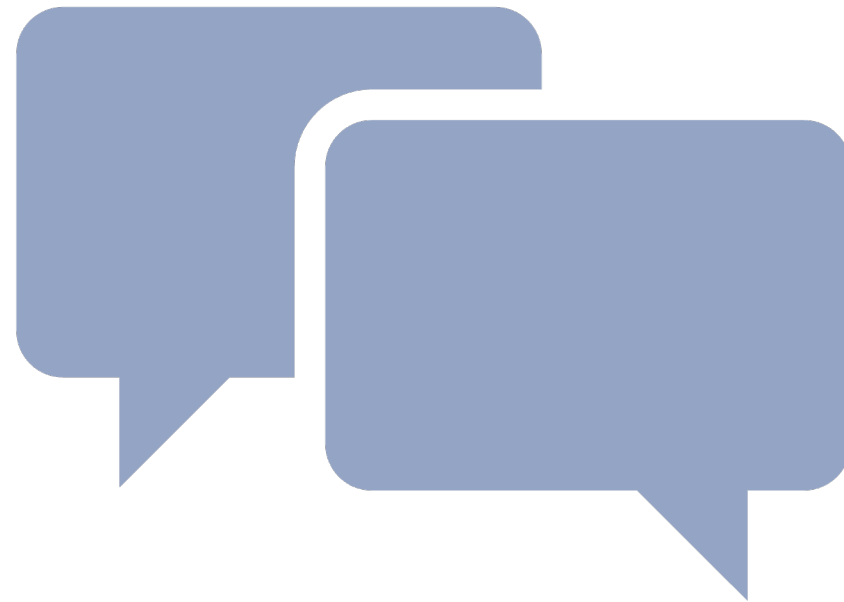


- La creazione è denotata da un messaggio freccia che punta all'oggetto
- La distruzione è denotata da una x alla fine dell'attivazione

# COMPONENTI FONDAMENTALI DEL DIAGRAMMA DELLE SEQUENZE

---

MESSAGGI



# MESSAGGI

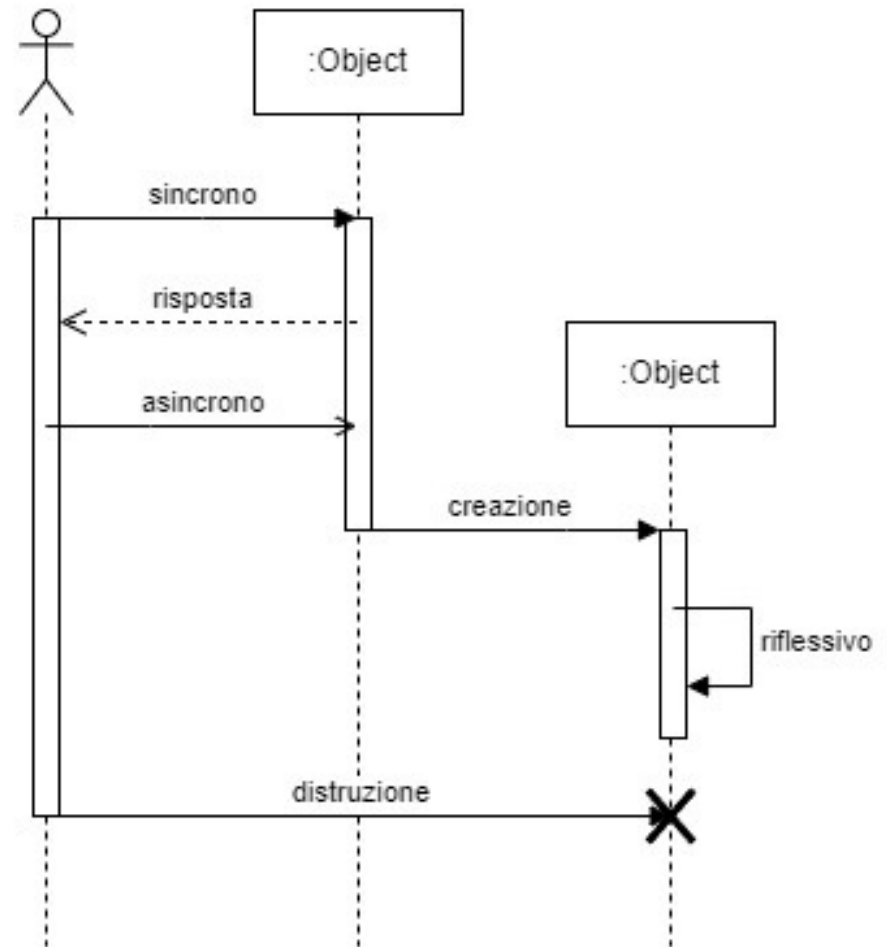
---

- **messaggio sincrono**: quando un oggetto invia un messaggio sincrono, attende che il destinatario invii la relativa risposta. Esso è rappresentato da una freccia continua con punta piena;
- **messaggio asincrono**: al contrario dei messaggi sincroni, con i messaggi asincroni, il mittente non attende la risposta del destinatario. Si rappresenta con una freccia continua ma con punta vuota;
- **messaggio di ritorno**: il messaggio di ritorno è la risposta ad un messaggio precedente. Si rappresenta con una freccia tratteggiata a punta vuota;
- **messaggio di creazione**: il messaggio di creazione è utilizzato da un oggetto per la creazione di un altro oggetto, anche non all'inizio del caso d'uso. Si rappresenta come un messaggio sincrono ponendo lato destinatario il rettangolo dell'oggetto creato;
- **messaggio di distruzione**: il contrario del messaggio di creazione. Si rappresenta come il messaggio di creazione ma ponendo una X lato destinatario;
- **messaggio riflessivo**: un messaggio che parte e termina sullo stesso oggetto.

# MESSAGGI

---

- messaggio sincrono
- messaggio asincrono
- messaggio di ritorno
- messaggio di creazione
- messaggio di distruzione
- messaggio riflessivo



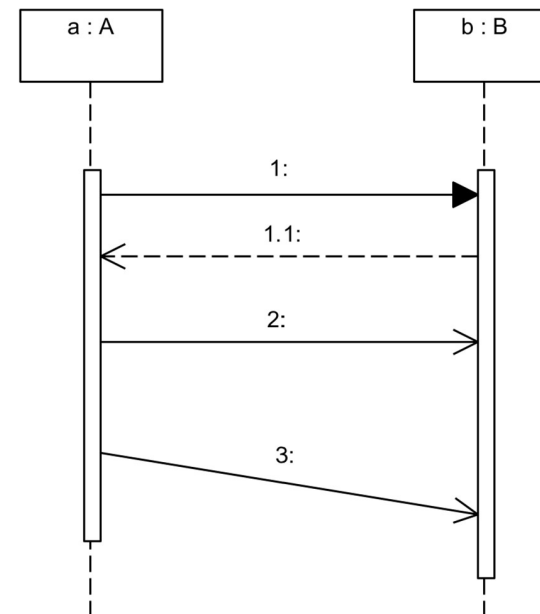
# TIPI DI MESSAGGIO

---

- Rappresentano invocazione di operazione o segnali

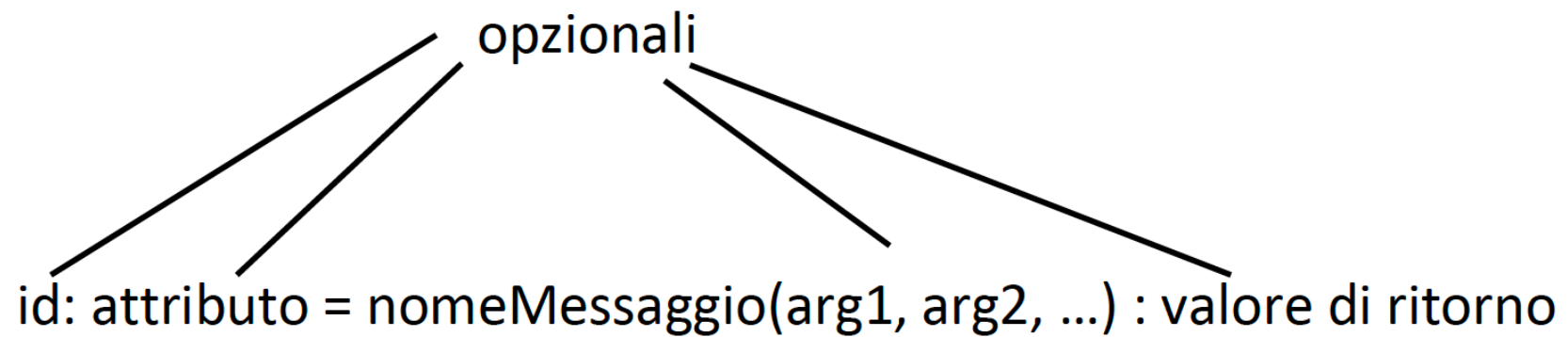
Possono essere:

- Sincroni (1)
- di return (1.1)(opzionali)
- asincroni (2)  
(es invio email)
- asincroni con esplicito consumo di tempo (3)



# SINTASSI DEI MESSAGGI

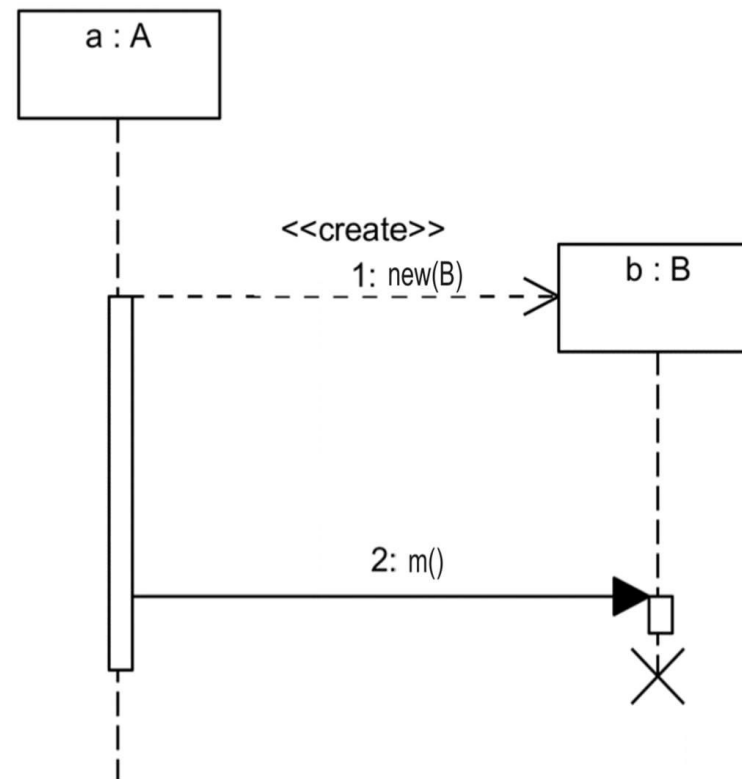
---



# CREARE E DISTRUGGERE PARTECIPANTI

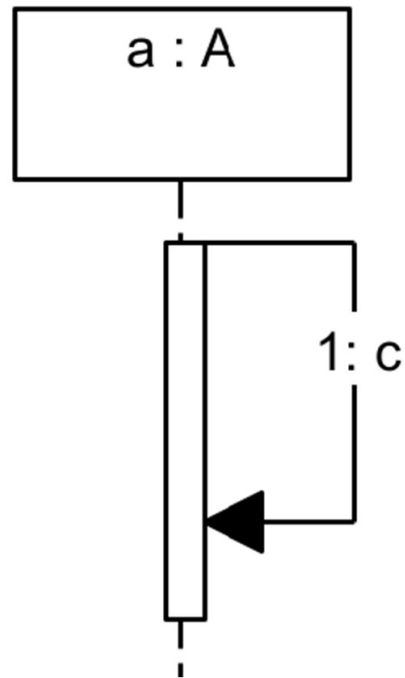
---

- Alcuni partecipanti possono essere:
  - aggiunti dinamicamente all'interazione
    - N.B. la «create» (va bene anche «new») è una dipendenza
  - cancellati

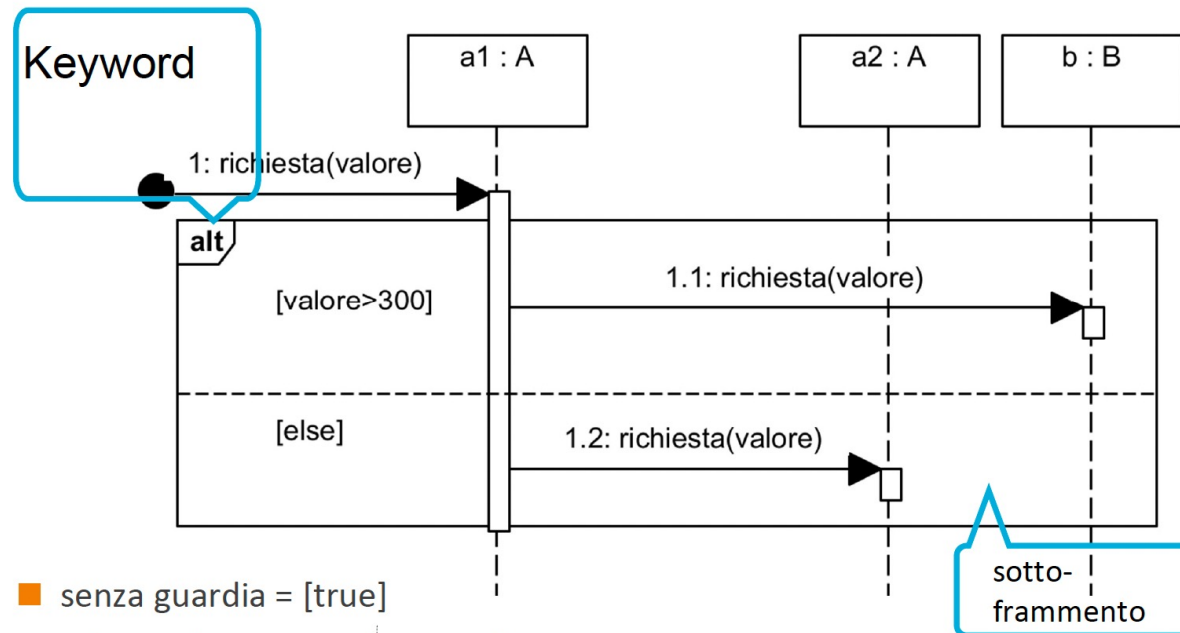


# SELF MESSAGES (CHIAMATE DI METODO)

---



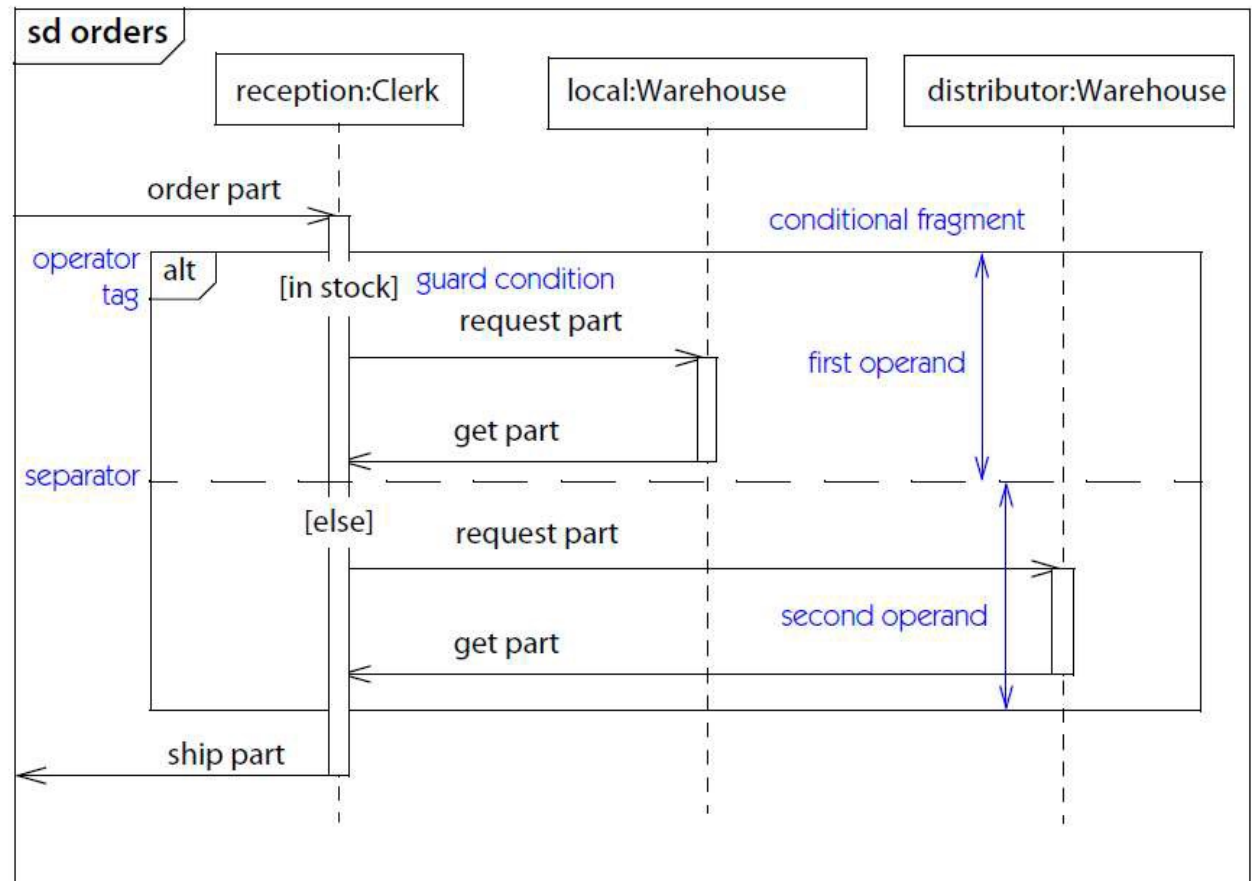
# FRAME CONDIZIONALE



- senza guardia = [true]
- più guardie vere: scelta non-deterministica
- tutte le guardie false: il frame viene saltato

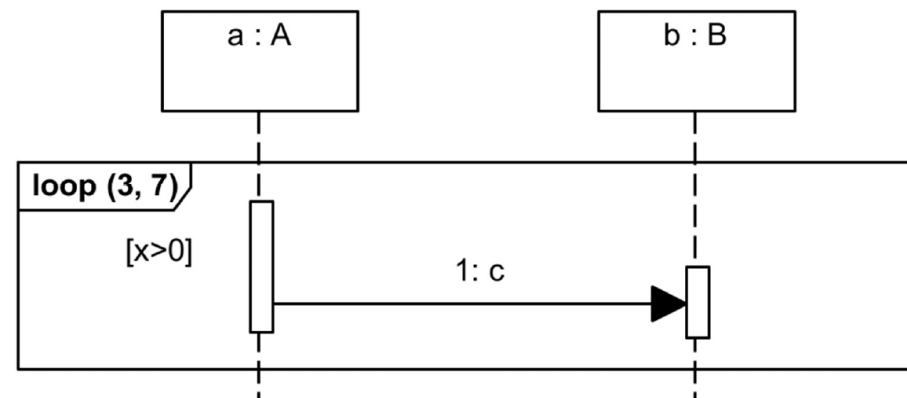
# FRAME CONDIZIONALE: ESEMPIO

---



# FRAME ITERATIVO

---



## ■ Si itera:

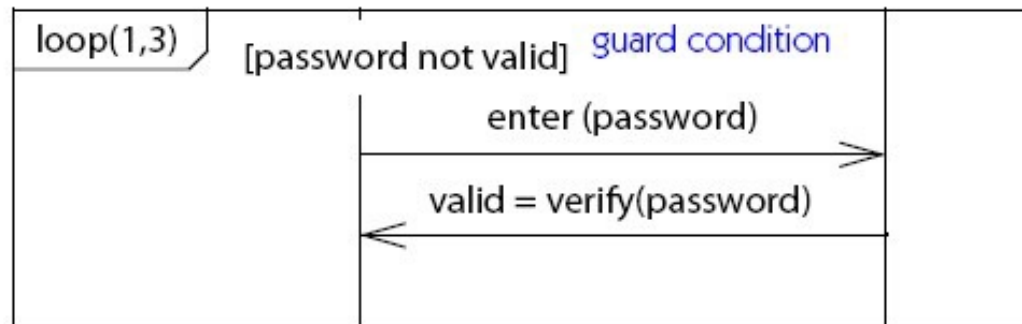
- almeno min (3) e non più di max (7) volte
  - (indipendentemente dal valore della condizione)
- tra min e max si valuta la condizione ( $x > 0$ ) e si esegue il frame solo se questa è vera, altrimenti si esce

# ESEMPIO DI FRAME ITERATIVO

---

- Il frame deve essere eseguito almeno una volta
- Alla seconda (e se non si è già usciti alla terza) iterazione si controlla la guardia
- Dopo 3 iterazioni si esce comunque

Executes 1 to 3 times



# LOOP VS WHILE, DO-WHILE E FOR

---

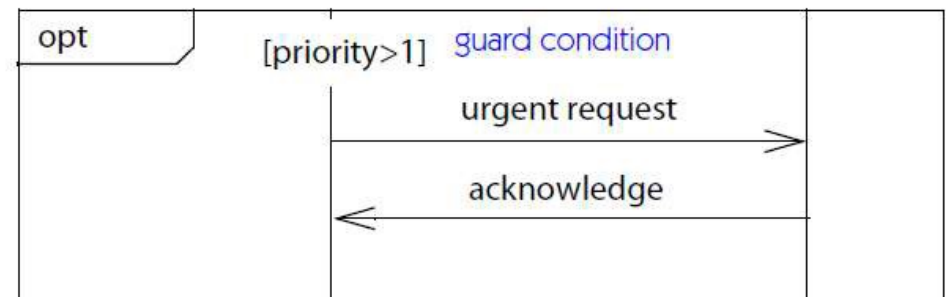
- `loop(0,*) [guardia]`  
(oppure `loop [guardia]`)
  - modella: `while(guardia) { ... }`
- `loop(1,*) [guardia]`
  - modella: `do { ... } while(guardia)`
- `loop(n, n)` (oppure `loop(n)`) (senza guardia)
  - modella: `for(i=0; i<n; i++)`
  - attenzione, non `loop(0,n)!!!`



# FRAME OPZIONALE

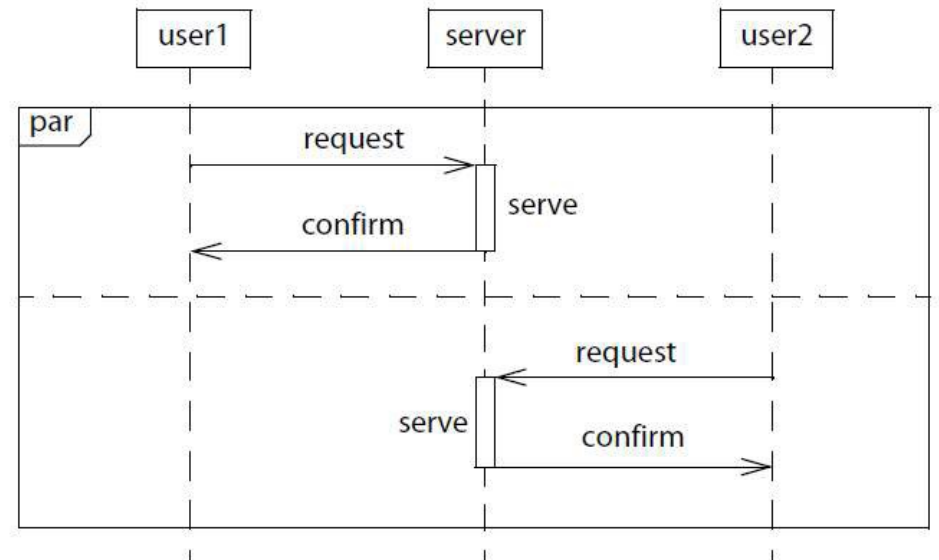
---

- Frame Opzionale
  - if then (senza else)
  - le interazioni contenute nel frame vengono eseguite solo se la guardia è vera, altrimenti si salta il frame

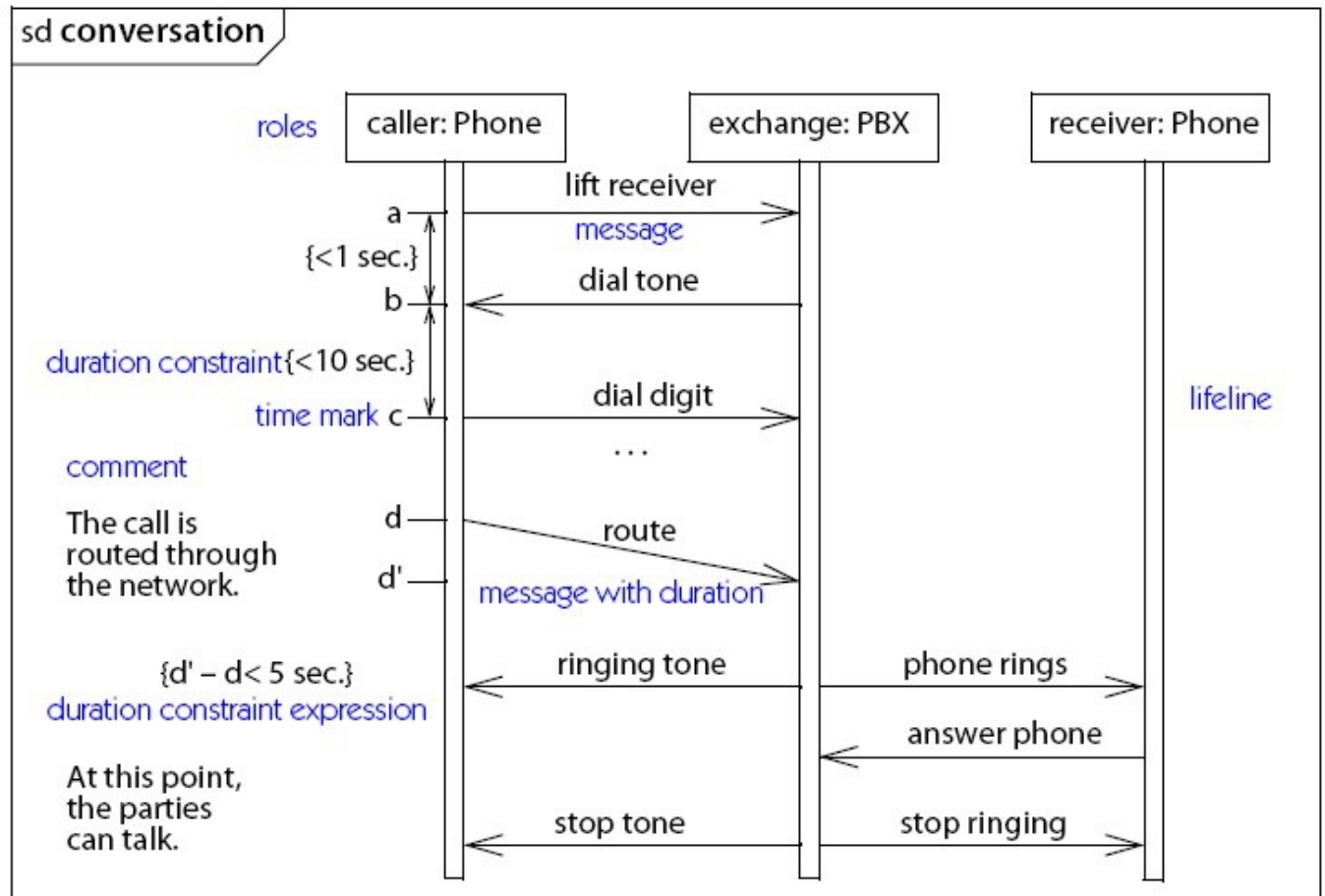


# FRAME PARALLELO

- Le interazioni contenute nei due sotto-frammenti sono eseguite in parallelo
  - Semantica a interleaving
- Nell'esempio:
  - Le richieste dei due clienti possono arrivare in un ordine qualsiasi



# VINCOLI DURATA



# ESERCIZI: DIAGRAMMI DI SEQUENZA PER DESCRIVERE I REQUISITI

---

Uso dei diagrammi di sequenza per modellare la narrativa dei casi d'uso

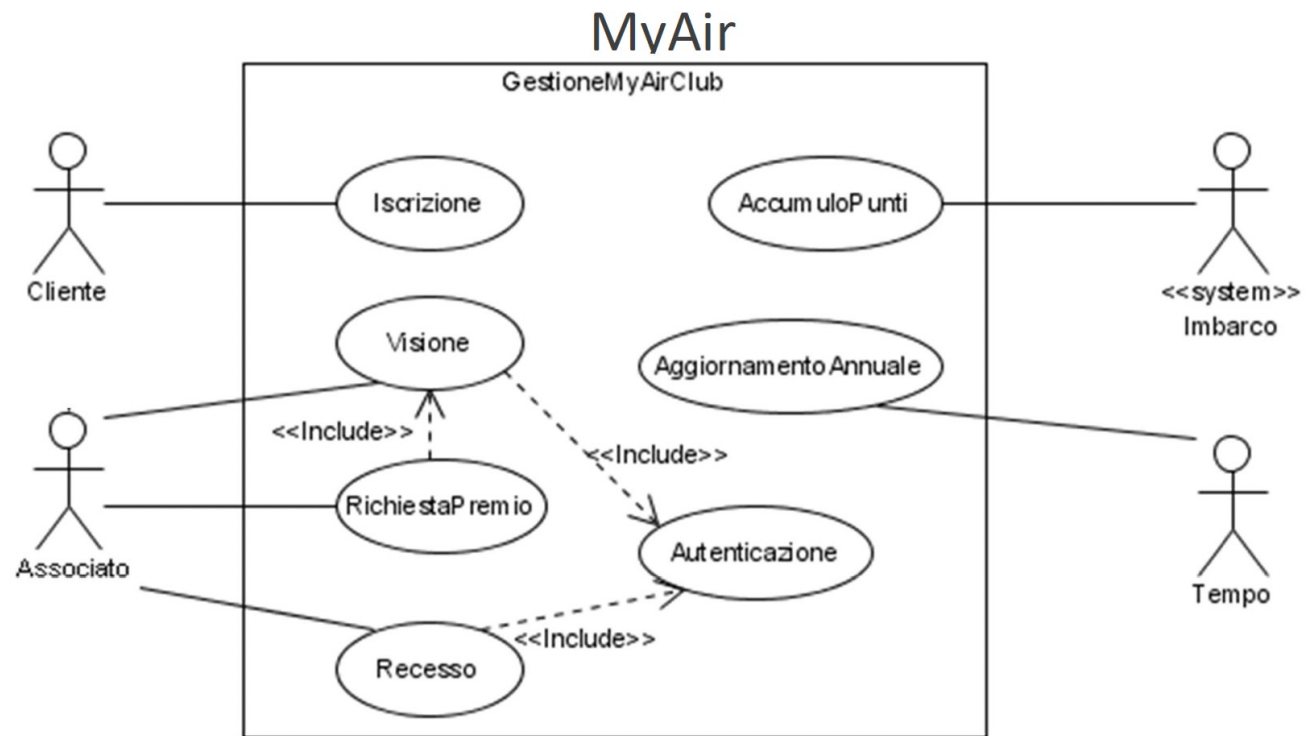
più precisamente la sequenza degli eventi (principale, ma anche alternativa) in termini di messaggi scambiati tra attori e sistema

ESEMPIO 1

---

# ESEMPIO 1: MYAIR

---



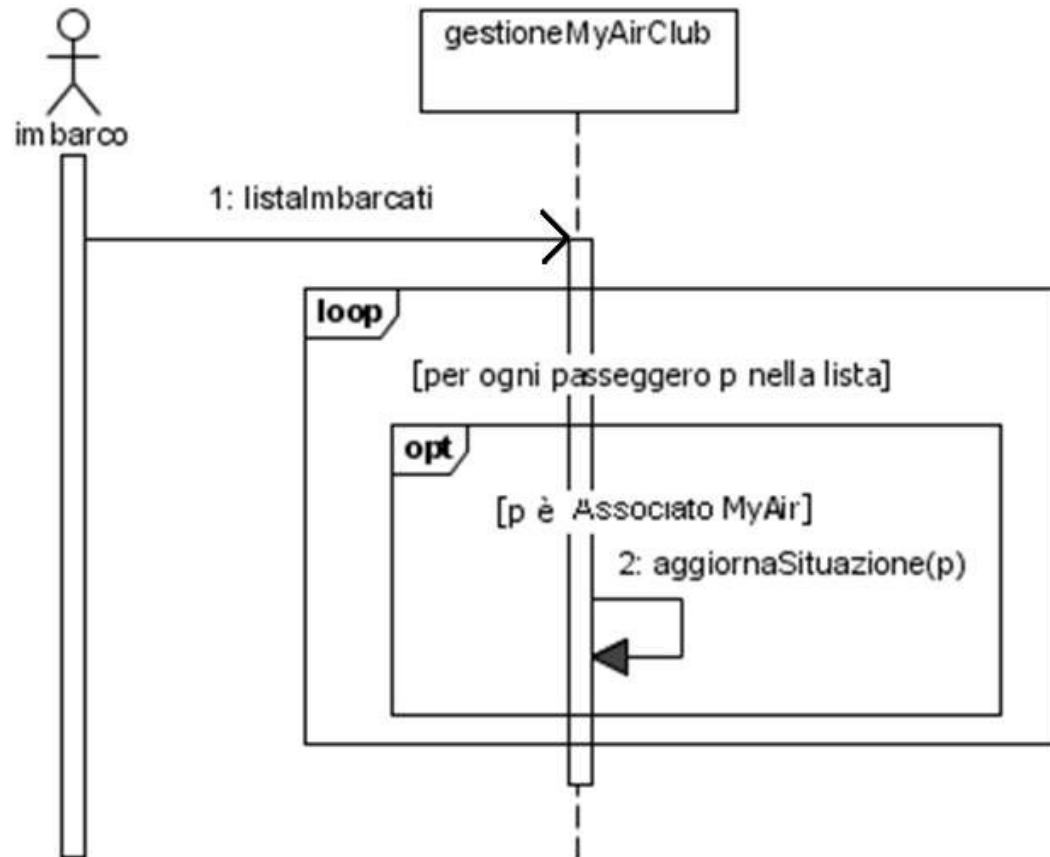
# MYAIR: DESCRIVERE LA NARRATIVA DI UN CASO D'USO CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

---

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Nome del caso d'uso:</i> AccumuloPunti                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <i>Breve descrizione:</i> Il sistema riceve la lista dei passeggeri di un volo e la esamina, aggiornando di conseguenza la situazione degli associati del club MyAir.                                                                                                                                                  |
| <i>Attore primario:</i> Imbarco                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <i>Attori secondari:</i> Nessuno                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Precondizioni:</i> Nessuna                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Sequenza degli eventi principale:</i><br>Il sistema di Imbarco invia la lista con le informazioni sui passeggeri imbarcati al sistema di gestione ClubMyAir.<br>Per ogni passeggero:<br>Se il passeggero è associato del Club<br>Il Sistema aggiorna la sua situazione, aggiungendo le miglia accumulabili del volo |
| <i>Postcondizioni:</i> Volo inserito                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <i>Sequenze degli eventi alternative:</i> Nessuna                                                                                                                                                                                                                                                                      |

# MYAIR: ACCUMULO PUNTI

---

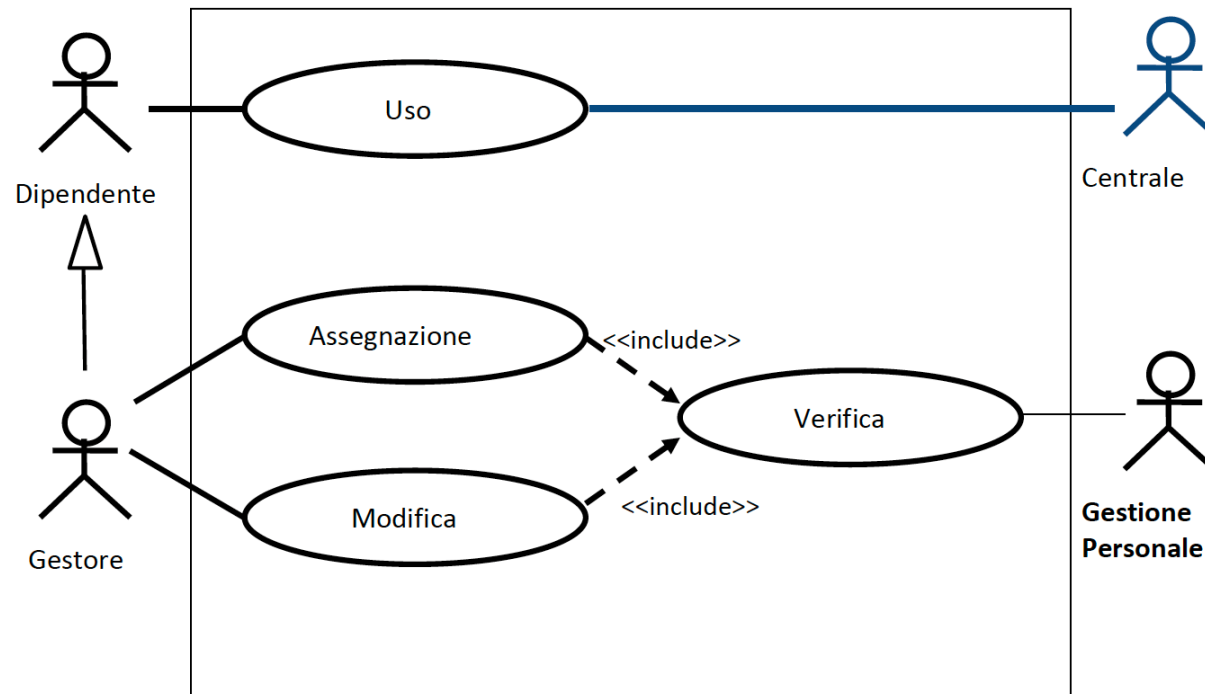


ESEMPIO 2

---

# ESMPIO 2: CHIAVI MAGNETICHE

---

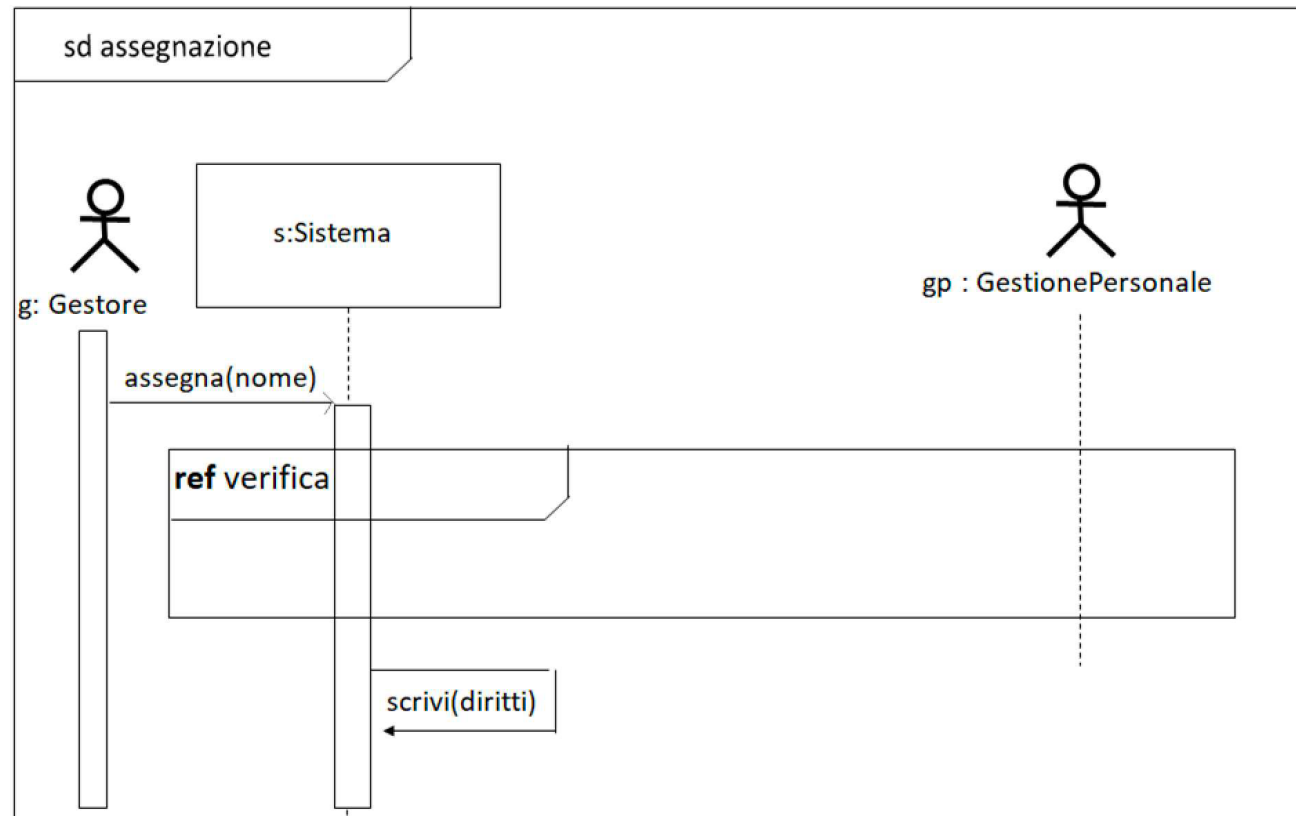


# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI ASSEGNAZIONE CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

---

| Caso d'uso: assegnazione           |                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Breve descrizione:                 | Assegnazione iniziale dei diritti, al momento della consegna della chiave.                                                                                                        |
| Attori primari:                    | Gestore.                                                                                                                                                                          |
| Attori secondari:                  | Nessuno.                                                                                                                                                                          |
| Precondizioni:                     | Chiave non assegnata.                                                                                                                                                             |
| Sequenza degli eventi principale:  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Il Gestore indica che vuole assegnare una nuova chiave</li><li>• <b>include</b> Verifica</li><li>• il Sistema assegna i diritti</li></ul> |
| Postcondizioni:                    | Chiave associata all'impiegato, con i diritti collegati al suo status corrente.                                                                                                   |
| Sequenze alternative degli eventi: | Nessuna.                                                                                                                                                                          |

# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI ASSEGNAZIONE CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

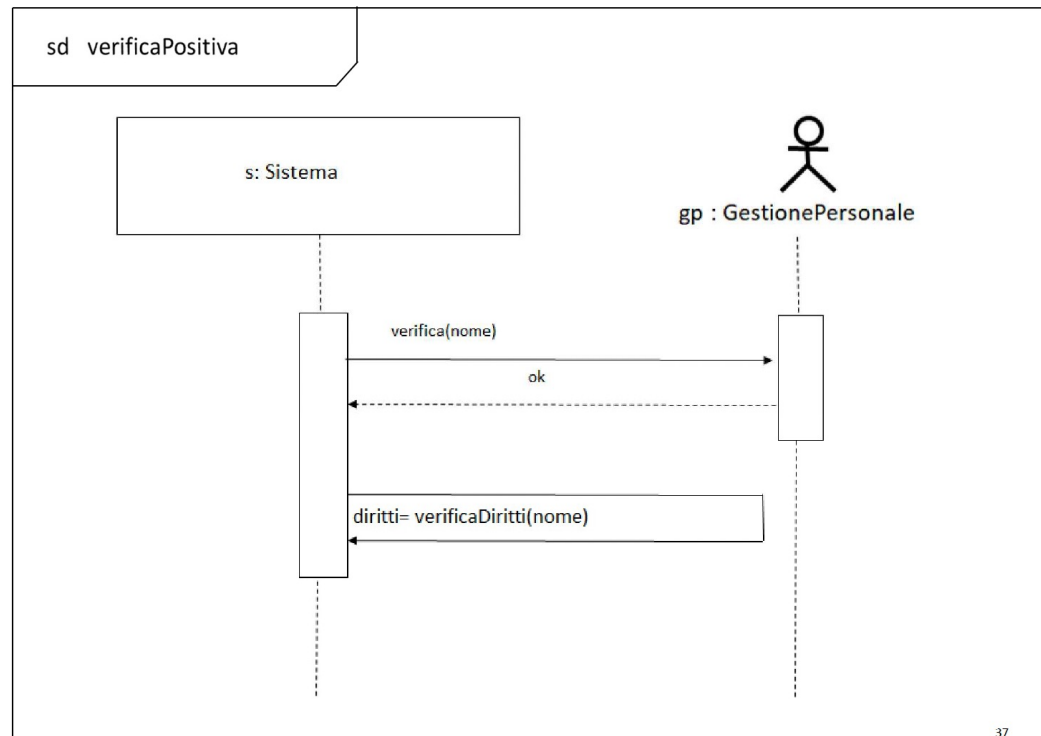


# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI "VERIFICA" CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

---

| Caso d'uso: Verifica                      |                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Breve descrizione:</i>                 | Effettua le verifiche previste.                                                                                                                             |
| <i>Attori primari:</i>                    | Nessuno.                                                                                                                                                    |
| <i>Attori secondari:</i>                  | GestionePersonale.                                                                                                                                          |
| <i>Precondizioni:</i>                     | Nessuna                                                                                                                                                     |
| <i>Sequenza degli eventi principale:</i>  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Il Sistema richiede a GestionePersonale la verifica dell'identità</li><li>• Il Sistema verifica i diritti</li></ul> |
| <i>Postcondizioni:</i>                    | verifica dell'identità positiva<br>verifica dei diritti positiva                                                                                            |
| <i>Sequenze alternative degli eventi:</i> | Verifiche fallite.                                                                                                                                          |

# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI "VERIFICA" CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA



# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI "USO DELLA CHIAVE" CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

---

| Caso d'uso: uso (della chiave)     |                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Breve descrizione:                 | Uso della chiave per entrare in una stanza.                                                                                                                                          |
| Attori primari:                    | Dipendente.                                                                                                                                                                          |
| Attori secondari:                  | Nessuno.                                                                                                                                                                             |
| Precondizioni:                     | Nessuna                                                                                                                                                                              |
| Sequenza degli eventi principale:  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Il Dipendente passa la chiave al lettore</li><li>• Il Sistema verifica i diritti della chiave;</li><li>• Il Sistema apre la porta.</li></ul> |
| Postcondizioni:                    | Porta aperta.                                                                                                                                                                        |
| Sequenze alternative degli eventi: | Diritti mancanti.                                                                                                                                                                    |

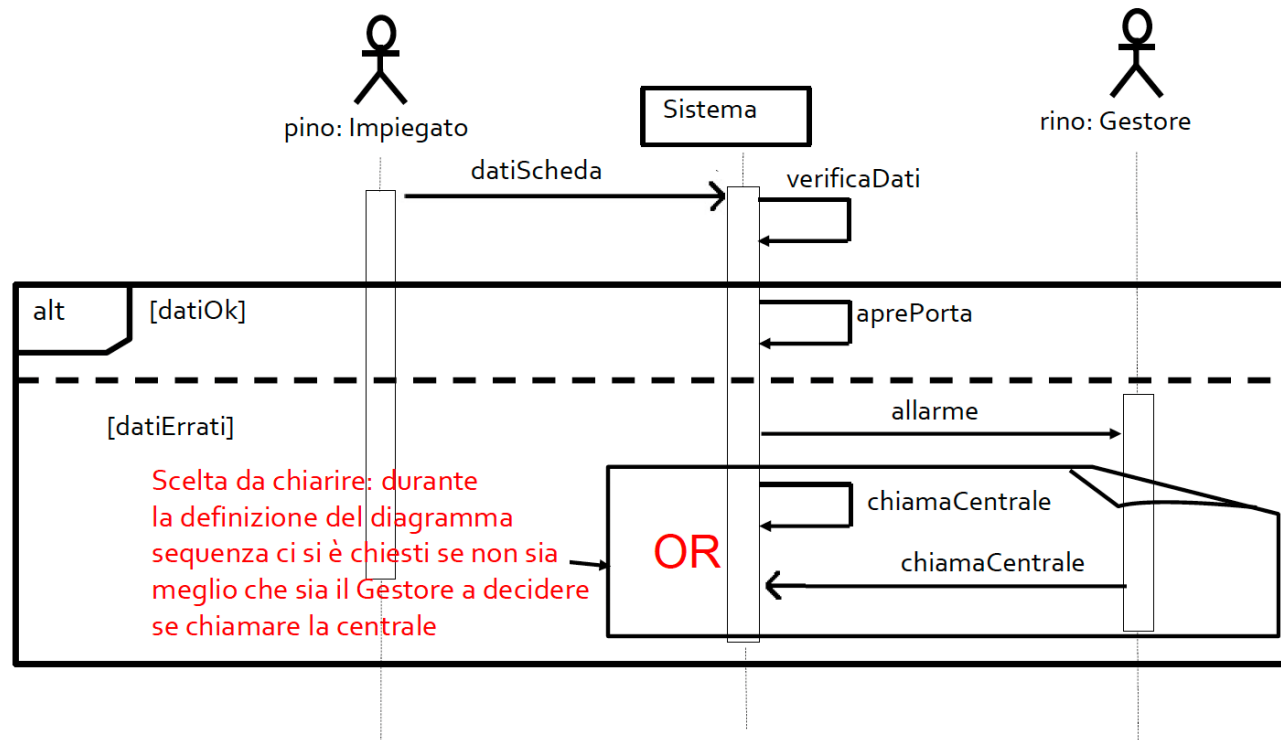
## DESCRIVERE LA NARRATIVA DI "USO DELLA CHIAVE" CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA

---

- Sequenza alternativa degli eventi

| Sequenza alternativa degli eventi: diritti mancanti |                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Breve descrizione:</i>                           | Blocco di una chiave e allarme.                                                                                                                                          |
| <i>Attori primari:</i>                              | Nessuno.                                                                                                                                                                 |
| <i>Attori secondari:</i>                            | Centrale, Gestore.                                                                                                                                                       |
| <i>Precondizioni:</i>                               | Chiave inserita, verifica fallita.                                                                                                                                       |
| <i>Sequenza degli eventi principale:</i>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Il Sistema blocca la carta</li><li>• Il Sistema avverte il Gestore</li><li>• Il Sistema invia un allarme alla Centrale</li></ul> |
| <i>Postcondizioni:</i>                              | Porta chiusa, carta bloccata, centrale avvisata.                                                                                                                         |
| <i>Sequenze alternative degli eventi:</i>           | Nessuno.                                                                                                                                                                 |

# DESCRIVERE LA NARRATIVA DI "USO DELLA CHIAVE" CON UN DIAGRAMMA SEQUENZA (MODELLARE ANCHE LA SEQ. ALTERNATIVA)



ESEMPIO 3

---

## ESEMPIO 3: VISUALIZZA MASSIMALE RESIDUO (CON IDENTIFICAZIONE)

---

*Attori primari*          Cliente

*Attori secondari*      Sistema centrale

*Precondizioni*          nessuna

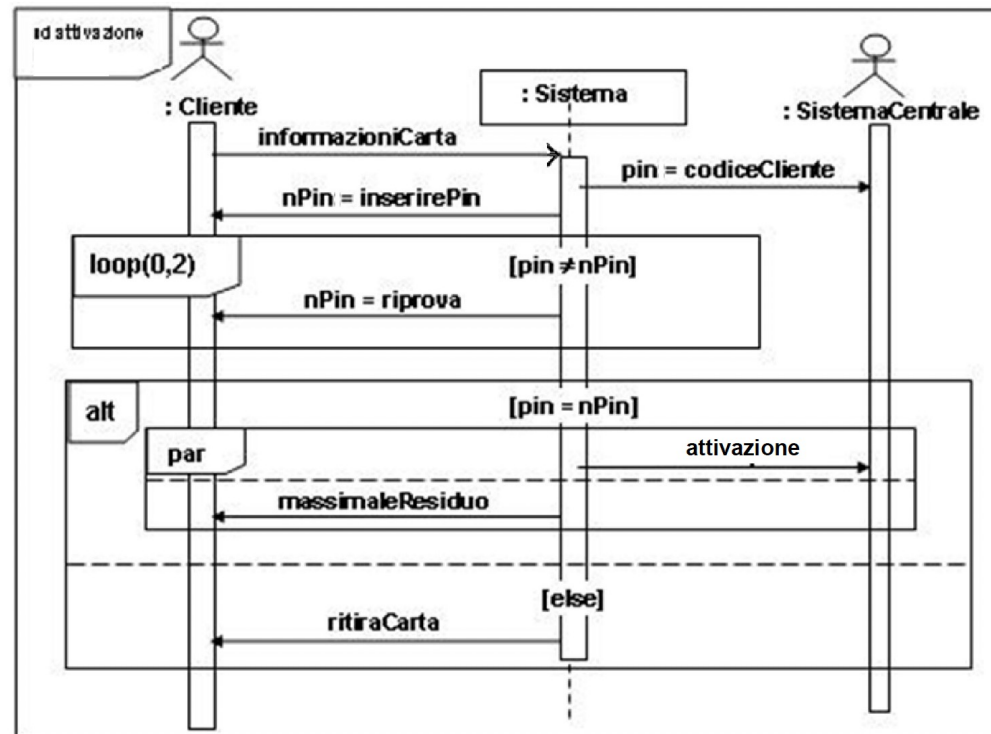
### *Sequenza degli eventi principale*

1. il Cliente striscia la carta, comunicandone il numero al sistema
2. il Sistema legge il codice del cliente e richiede il PIN al sistema centrale
3. **while** (il cliente non digita il PIN giusto e ha fatto meno di 3 tentativi)
  1. il Sistema chiede al cliente di riprovare
4. **se** (il Cliente ha fatto 3 inserimenti sbagliati)
  1. il Sistema chiede al Cliente di ritirare la carta
5. **altrimenti** il Sistema comunica il massimale al Cliente e l'attivazione della carta al sistema centrale

*Postcondizioni* Carta inserita e attivata oppure carta ritirata dal Cliente

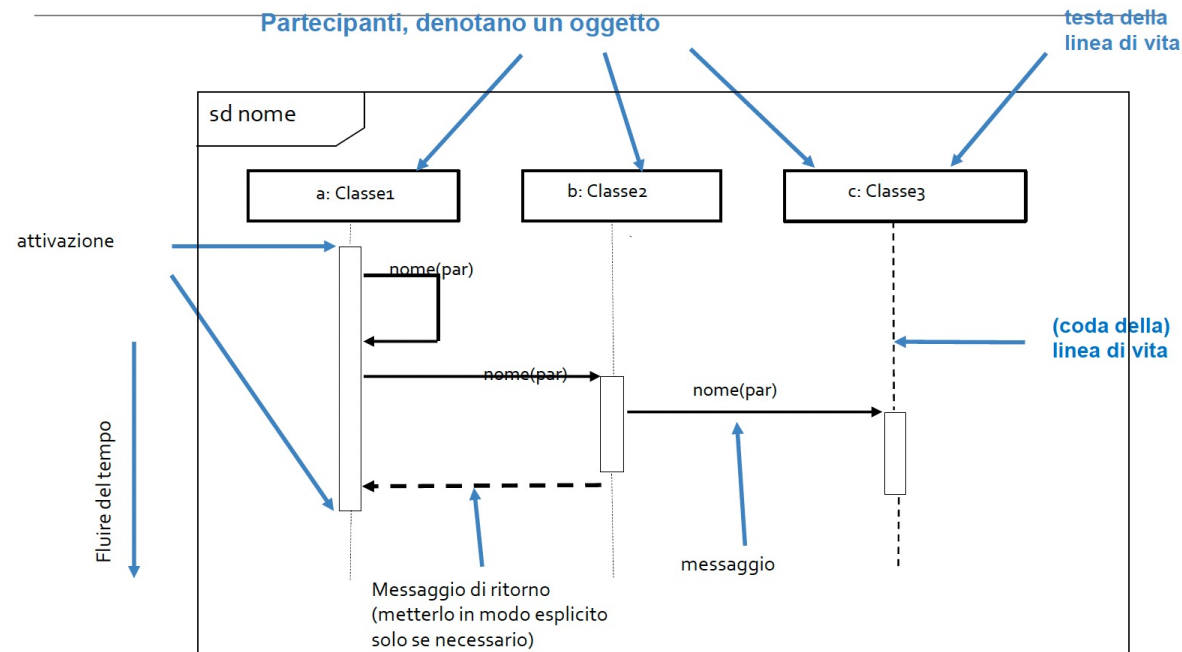
*Sequenze alternative degli eventi* nessuna

# DIAGRAMMA DI SEQUENZA PER "VISUALIZZA MASSIMALE RESIDUO"



# ESEMPIO

## Diagrammi di sequenza



Messaggi scambiati, l'ordine cronologico è dall'alto in basso, di default numerati

# PROPRIETÀ DIAGRAMMI DELLE SEQUENZE



Rappresentano il comportamento in termini di interazioni



Utile per identificare o trovare oggetti mancanti



Comporta tempo per la preparazione, ma vale l'investimento



Complementari al diagramma delle classi (che rappresenta la struttura)



STEREOTIPI

---

# ESTENSIONE DEI DIAGRAMMI

---

- L'obiettivo di UML consiste nel fornire un insieme di notazioni per modellare un'ampia classe di sistemi software
- Tuttavia, un insieme prefissato di notazioni non potrebbe consentire di perseguire un tale scopo
  - È impossibile anticipare tutte le necessità che si verificano in tutti i domini applicativi
- UML fornisce un numero di meccanismi che consentono di estendere il linguaggio

# STEREOTIPI

---

- Uno **stereotipo** è un meccanismo di estensione che consente di classificare gli elementi del modello in UML
- E' rappresentato da una stringa racchiusa tra parentesi angolari

<<>>

e allegate all'elemento a cui si applica, come una classe o un'associazione

- Formalmente, uno stereotipo corrisponde, semanticamente, a creare una nuova classe nel meta-modello UML (ovvero, il modello che rappresenta i costrutti di UML)

# STEREOTIPI

---

- Esempio:
  - Durante l'analisi, classifichiamo gli oggetti in tre categorie: *entity*, *boundary* e *control*
  - Hanno la stessa struttura ma scopi diversi
- Il linguaggio base di UML include solo un tipo di oggetto.
- Per rappresentare le tre categorie usiamo gli stereotipi

**<<entity>>**, **<<boundary>>** e **<<control>>**

# ENTITY CONTROL BOUNDARY (ECB)

---

- Entity Control Boundary (ECB) è un sistema di raggruppamento delle classi di un software in base alle loro responsabilità.
- I linguaggi di programmazione Object-Oriented permettono la costruzione di classi che hanno ruoli differenti all'interno del software e della sua esecuzione. Si possono distinguere tre tipologie di classi:
  - **entity**: derivano dai concetti del modello di dominio, ovvero rappresentano le classi principali del software dotate di attributi e di operazioni come quelle di get e set degli attributi stessi;
  - **control**: classi responsabili del flusso di controllo della user story, ovvero contengono la logica del software;
  - **boundary**: hanno la responsabilità di comunicare con un attore attraverso interfacce, dialoghi, menu e con altri sistemi e dispositivi esterni.

# ENTITY CONTROL BOUNDARY (ECB)

---

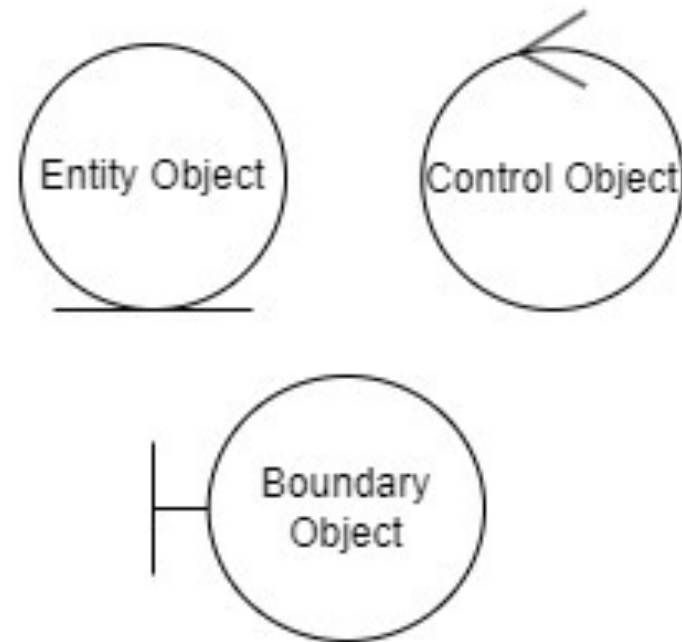
Per responsabilità di una classe si intende con quale altre tipologie di classe è possibile comunicare. Se consideriamo anche gli attori, ovvero gli utenti esterni o altri dispositivi, possiamo classificare le seguenti responsabilità:

- gli attori possono comunicare solo con le classi boundary;
- le classi boundary possono comunicare solo con le classi control e con gli attori;
- le classi entity possono comunicare solo con le classi control e con altre entity;
- Le classi control possono comunicare con tutte le altre tipologie di classe ma non con gli attori.

# ENTITY CONTROL BOUNDARY (ECB)

---

- Le classi **entity**, **control** e **boundary** hanno una propria rappresentazione grafica utilizzabile nei diagrammi UML come nel diagramma di sequenza.
- I simboli grafici sono i seguenti:



# ESEMPIO DI STEREOTIPI

---

«entity»  
Year

«entity»  
Month

«control»  
ChangeDateControl

«entity»  
Day

«boundary»  
ButtonBoundary

«boundary»  
LCDDisplayBoundary

# VINCOLI

---

- Un vincolo è una regola che viene allegata ad un elemento restringendone la semantica
- Consente di rappresentare fenomeni che non potrebbero essere espressi altrimenti in UML
- Esempio
  - Un incidente (*Incident*) può essere associato con uno o più *EmergencyReport* prodotti dal luogo dell'evento
  - I *Dispatcher* devono essere in grado di esaminare i rapporti in ordine cronologico
  - L'ordinamento cronologico degli *EmergencyReport* a *Incident* è espresso dal vincolo {ordinato in base all'ora di ricezione}
  - I vincoli possono essere espressi in linguaggio naturale o mediante OCL (Object Constraint Language)

# ESEMPIO DI VINCOLO

---

