



Luca Cabibbo  
**Architettura  
dei Sistemi  
Software**

# Processo di definizione dell'architettura

Come fare progettazione dell'architettura

**dispensa asw150**  
ottobre 2024

*It is not the strongest of the species  
that survives,  
nor the most intelligent that survives.  
It is the one that is  
the most adaptable to change.*

*Charles Darwin*

1

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



## - Riferimenti

- ❑ Luca Cabibbo. **Architettura del Software: Strutture e Qualità**. Edizioni Efestò, 2021.
  - Capitolo 5, **Processo di definizione dell'architettura**
- ❑ Hofmeister, C., Kruchten, P., Nord, R.L., Obbink, H., Ran, A., and America, P. **Generalizing a Model of Software Architecture Design from Five Industrial Approaches**. WICSA5, 2005.
- ❑ [DSA] Cervantes, H. and Kazman, R. **Designing Software Architectures: A Practical Approach**. Addison Wesley, 2016.
- ❑ [MP] Richardson, C. **Microservices Patterns: With Examples in Java**. Manning, 2019.
- ❑ Larman, C. **Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development**. Prentice Hall, 2004.

2

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



# - Obiettivi e argomenti

## □ Obiettivi

- discutere l'attività di progettazione dell'architettura nell'ambito del processo più ampio in cui essa viene effettuata
- discutere il contesto in cui vengono applicati pattern, tattiche e prospettive architettonali

## □ Argomenti

- introduzione
- processo di definizione dell'architettura
- un esempio (parziale)
- discussione



## \* Introduzione

*INCLUDE LA PROGETTAZIONE*

- La **definizione dell'architettura** [SSA] – chiamata anche **processo di progettazione dell'architettura** [DSA] – è l'insieme strutturato delle attività del ciclo di vita dell'architettura di un sistema software
  - *La progettazione è l'attività centrale ma non è l'unica*
  - l'attività fondamentale è la progettazione dell'architettura
  - questo processo comprende però anche altre attività importanti relative all'architettura – analisi, valutazione, documentazione ed eventualmente anche implementazione iniziale
  - queste attività vengono svolte in modo evolutivo/iterativo



## - Premessa: Processi software

Processo ingegneristico sistematico e strutturato  
che arriva alla creazione di un prodotto software

- ❑ Un **processo software** – o **processo per lo sviluppo del software** – è un insieme strutturato e disciplinato di attività che porta alla creazione di un prodotto software

- la definizione dell'architettura è certamente un processo software – il prodotto che si vuole realizzare è l'architettura di un sistema software
- un processo software è definito in termini di **ruoli** (chi), **attività** (che cosa), **metodi** (come) e **organizzazione temporale** (quando)

- ❑ I processi software moderni sono di solito evolutivi – e richiedono un'opportuna pianificazione del lavoro

I processi software possono essere definiti “a cascata” (non moderni) o “evolutivi” o “incrementali” o “iterativi”. Con evolutivi si intende che si svolgono delle attività il cui risultato viene esposto a delle parti interessate che forniscono un feedback sulla base del quale si decide come procedere. Queste attività possono includere la realizzazione del software e il feedback in quel caso è un feedback pratico. Tuttavia solitamente si ammette che il prodotto presentato non sia eseguibile, e il feedback che viene quindi richiesto (non solo al diretto cliente finale ma ad esperti di qualità specifiche) non è un feedback sul prodotto finale. Incrementale invece vuol dire che gli obiettivi sono partizionati nel tempo e si cerca di raggiungere un obiettivo alla volta. Iterativi vuol dire che tutte queste attività incrementali vengono effettuate in periodi di tempo di lunghezza prefissata (es iterazioni di tre settimane). Talvolta i processi software possono essere chiamati iterativi anche se non si realizza il prodotto software finale, o se non ci sono periodi di tempo prefissati.



## Premessa: Processi evolutivi

- ❑ L'idea fondamentale dei moderni processi software **evolutivi** è sviluppare un'implementazione iniziale del prodotto software di interesse (di solito eseguibile), esporla agli utenti e raffinarla attraverso diverse versioni, finché non si ottiene un sistema adeguato
  - il processo viene eseguito in più cicli successivi
  - in ogni ciclo le diverse attività (analisi, progettazione, implementazione e verifica) sono intrecciate anziché separate – e ogni ciclo porta a un incremento crescente del prodotto software
  - l'evoluzione è guidata dal feedback, relativo ad una valutazione del prodotto (ad es., basata su una sua dimostrazione pratica) effettuata in ogni ciclo
- ❑ Nei processi evolutivi, la pianificazione del lavoro può essere guidata dal rischio, dal valore e centrato sull'architettura



## \* Processo di definizione dell'architettura

- ❑ Esistono diversi processi per la definizione/progettazione dell'architettura dei sistemi software
  - tutti questi processi affrontano uno stesso problema di base – gestire il controllo sulla progettazione di sistemi software grandi e complessi
  - anziché presentare uno tra questi processi concreti, viene ora discusso il **modello di Hofmeister** – un modello di processo generale per la definizione dell'architettura software, basato sulle principali caratteristiche di alcuni processi concreti rilevanti
  - prima vengono brevemente discussi gli obiettivi complessivi del processo di definizione dell'architettura

Cioè non parliamo di infiniti singoli processi per la definizione software ma parliamo di un modello che li descrive



## - Obiettivi del processo di definizione

- ❑ È utile **esplicitare gli obiettivi** complessivi del processo di definizione dell'architettura, nonché i suoi input e i risultati attesi
- ❑ La **definizione dell'architettura** [adattato da SSA] è un processo che ha l'obiettivo di
  - cogliere i bisogni e gli interessi (requisiti architetturealmente significativi) delle parti interessate
  - progettare e convalidare un'architettura che soddisfa questi bisogni

Analisi : capire qual è il problema

Progettazione : trovare una soluzione tramite una serie di elementi software



# Input e output del processo di definizione

- ❑ Input e output del processo di definizione dell'architettura
  - informazioni in ingresso
    - un insieme (iniziale) di interessi architetturali
  - prodotti in uscita
    - chiarificazione dei requisiti architetaturalmente significativi
    - un'architettura convalidata (rispetto ai requisiti architetaturalmente significativi scelti)

L'input iniziale solitamente include pochi requisiti di qualità e più obiettivi funzionali. Inoltre gli obiettivi qualitativi posti possono essere irrealizzabili (praticamente, economicamente ...), oppure possono proprio non essere richiesti e a quel punto vanno presentati e discussi, per definirli nel modo più adeguato rispetto agli obiettivi funzionali richiesti.

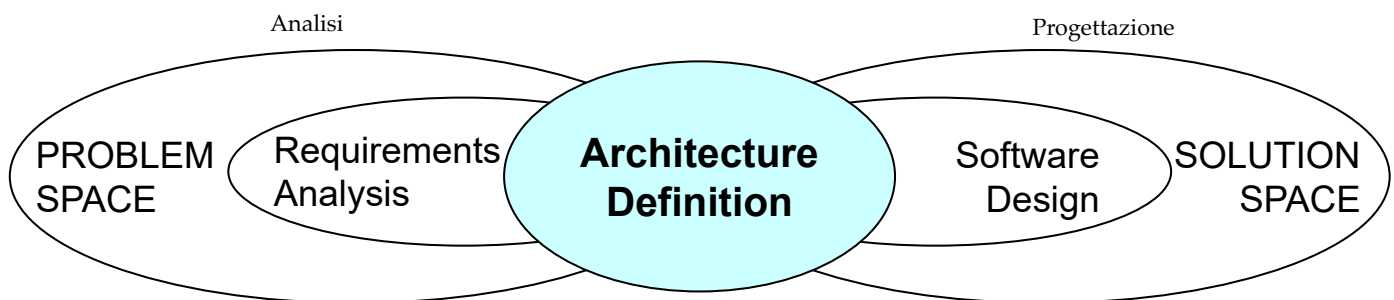


## Architettura – tra requisiti e progettazione



A cavallo tra analisi e progettazione

- ❑ La definizione dell'architettura è un'attività “a cavallo” tra requisiti e progettazione – tra spazio del problema e spazio delle soluzioni





## □ La definizione dell'architettura

- deve identificare e specificare
  - un problema (nello spazio dei problemi, che è relativo ai bisogni e agli interessi delle parti interessate) – quello che meglio affronta gli interessi delle parti interessate
  - una soluzione (nello spazio delle soluzioni, che è relativo al software e al suo progetto) – quella che meglio risolve il problema identificato



## □ La definizione dell'architettura

- è un'attività “partecipativa” – guidata da obiettivi di “utilità” del cliente
  - il cliente esprime giudizi di valore (ciò che è richiesto), l'architetto propone decisioni di progetto (ciò che è fattibile) – cercando una coppia problema-soluzione soddisfacente
  - l'architetto deve guidare non solo la progettazione, ma anche l'identificazione e la negoziazione dei requisiti – perché i compromessi sono inevitabili
  - la valutazione consente di comprendere se l'architettura proposta può effettivamente soddisfare i requisiti selezionati



## - Il modello di Hofmeister

- [Hofmeister] ha definito un modello generale per il processo di definizione/progettazione dell'architettura software A partire da approcci industriali
  - questo modello recepisce e generalizza le caratteristiche comuni (e più significative) di cinque importanti approcci industriali per la progettazione dell'architettura software – quelli definiti da SEI, Siemens, Rational/IBM, Philips e Nokia

13

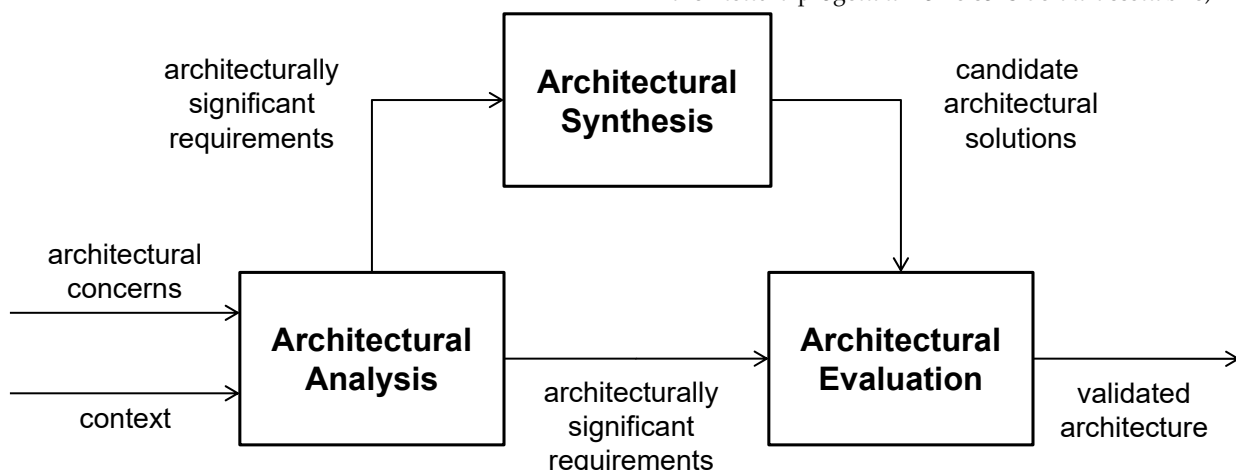
Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



## Il modello di Hofmeister

- Il modello di Hofmeister identifica tre attività principali
  - **analisi architetturale** Quale è il problema
  - **sintesi (progettazione) architetturale** Quale è (può essere) la soluzione
  - **valutazione dell'architettura** Se è conforme ai requisiti
- **da svolgere in modo iterativo** Non necessariamente che termini con la creazione di un progetto software, non necessariamente che si svolga in periodi di tempo prefissati. Vuol dire che in ogni iterazione va fatta un po' di analisi, un po' di sintesi e un po' di valutazione, e procedere così finché l'architettura progettata non è considerata accettabile)



14

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



# Il modello di Hofmeister

- Il modello di Hofmeister identifica tre attività principali

- analisi architetturale**

- serve a definire (identificare, chiarire e/o negoziare) il problema (gli ASR) che l'architettura deve risolvere

- sintesi (progettazione) architetturale**

- l'attività fondamentale di progettazione dell'architettura – a fronte degli ASR identificati

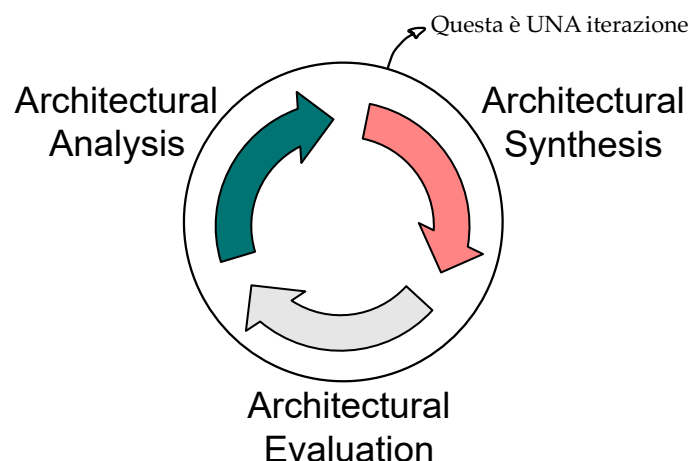
- valutazione dell'architettura**

- assicura che le decisioni di progetto dell'architettura siano adeguate – per soddisfare gli ASR identificati



# Il modello di Hofmeister

- Le tre attività principali del modello di Hofmeister vengono svolte in modo **iterativo** (evolutivo)



Ad ogni iterazione non si definisce una sola possibile soluzione e si applica, ma si analizzano MOLTI modi per migliorare l'architettura (soddisfare un requisito), considerandone pro e contro, si sceglie l'alternativa migliore che poi viene valutata. Si ricorda quali pratiche sono state applicate e quali sono state scartate.





## - Attività e passi iterativi

- In ogni passo iterativo del processo di definizione dell'architettura
  - analisi
    - le informazioni in ingresso (interessi e ASR) vengono esaminate, rivisitate e consolidate
    - agli ASR rivisitati vengono assegnate delle priorità
    - viene selezionato un insieme di ASR che definiscono l'obiettivo di progettazione di questo passo iterativo



## Attività e passi iterativi

- In ogni passo iterativo del processo di definizione dell'architettura
  - progettazione
    - vengono scelti gli elementi dell'architettura da raffinare
    - vengono considerate le opzioni di progettazione che potrebbero consentire di soddisfare l'obiettivo di progettazione, considerando diverse alternative
    - tra queste, vengono selezionate le opzioni che consentono di soddisfare meglio tale obiettivo
    - le opzioni di progettazione selezionate vengono applicate e il progetto dell'architettura viene raffinato



# Attività e passi iterativi

- In ogni passo iterativo del processo di definizione dell'architettura
  - valutazione
    - l'architettura corrente viene convalidata rispetto agli ASR che definiscono gli obiettivi di progettazione scelti per questo passo
  - itera, se necessario
    - la definizione dell'architettura termina quando l'architettura è “sufficientemente buona”  
Solitamente la definizione non termina con una architettura software “perfetta”



## - Backlog

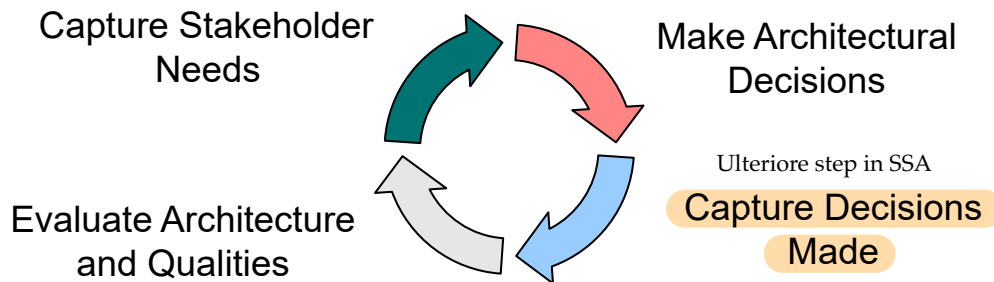
- Per sostenere la lavorazione iterativa del processo di definizione dell'architettura, il modello di Hofmeister identifica il “backlog” come lo strumento di lavoro per pianificare che cosa fare in ciascun passo iterativo
  - il **backlog** (“lavoro arretrato”) è uno strumento per organizzare il lavoro che deve essere ancora svolto in un processo iterativo
  - in pratica, il backlog è un elenco di voci (requisiti, interessi, problemi e questioni, ma anche idee e opportunità) che devono essere ancora prese in considerazione, a cui sono assegnate delle priorità
  - il backlog viene gestito in modo iterativo, e viene usato per guidare la pianificazione e l'evoluzione del processo di definizione dell'architettura

È importante, in un processo iterativo, capire cosa è importante fare adesso e cosa rimandare a dopo. Il backlog è un metodo anche abbastanza semplice per cui si distinguono elementi unitari da affrontare, vi si assegna una priorità e si ordinano (iterativamente) rispetto a tale priorità. I criteri per assegnare le priorità sono i più classici: Nello sviluppo guidato al rischio si fanno prima le cose più rischiose, cioè quelle che se non vengono fatte mettono a rischio la portata a termine del progetto. Nello sviluppo guidato dal valore del cliente vengono fatte prima le cose che per il cliente hanno maggior valore e quindi urgenza. Nello sviluppo centrato sulla architettura si deve capire presto quali sono le strutture rilevanti, quali gli elementi e quali le relazioni, e lavorare per definire queste cose il prima possibile.



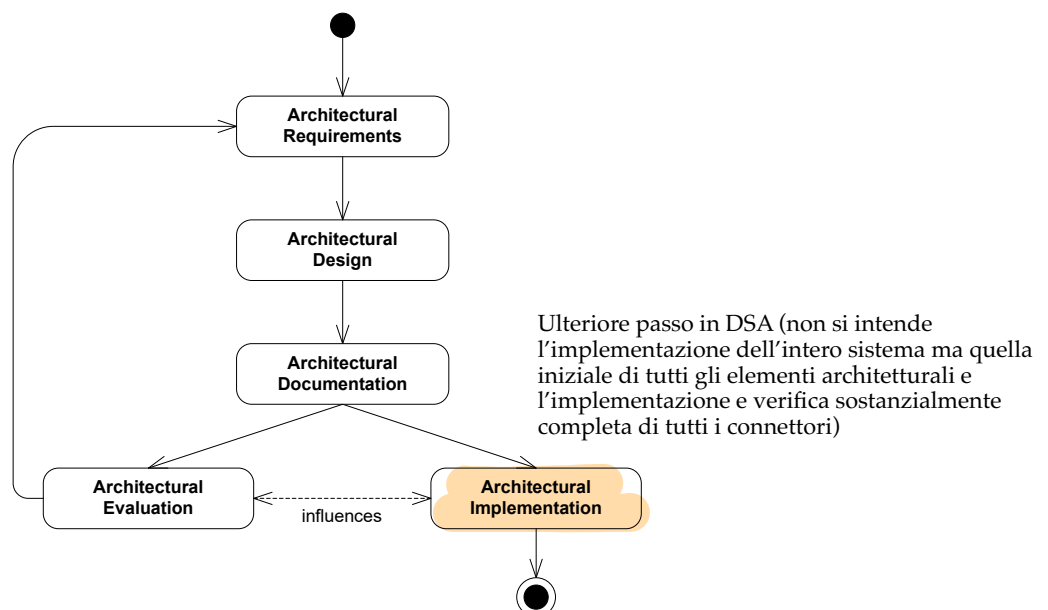
## - Ulteriori attività

- Ogni specifico processo di definizione dell'architettura può comprendere anche delle attività aggiuntive – oltre alle attività principali comuni del modello di [Hofmeister]
  - ad es., il processo di definizione dell'architettura di [SSA]



## Ulteriori attività

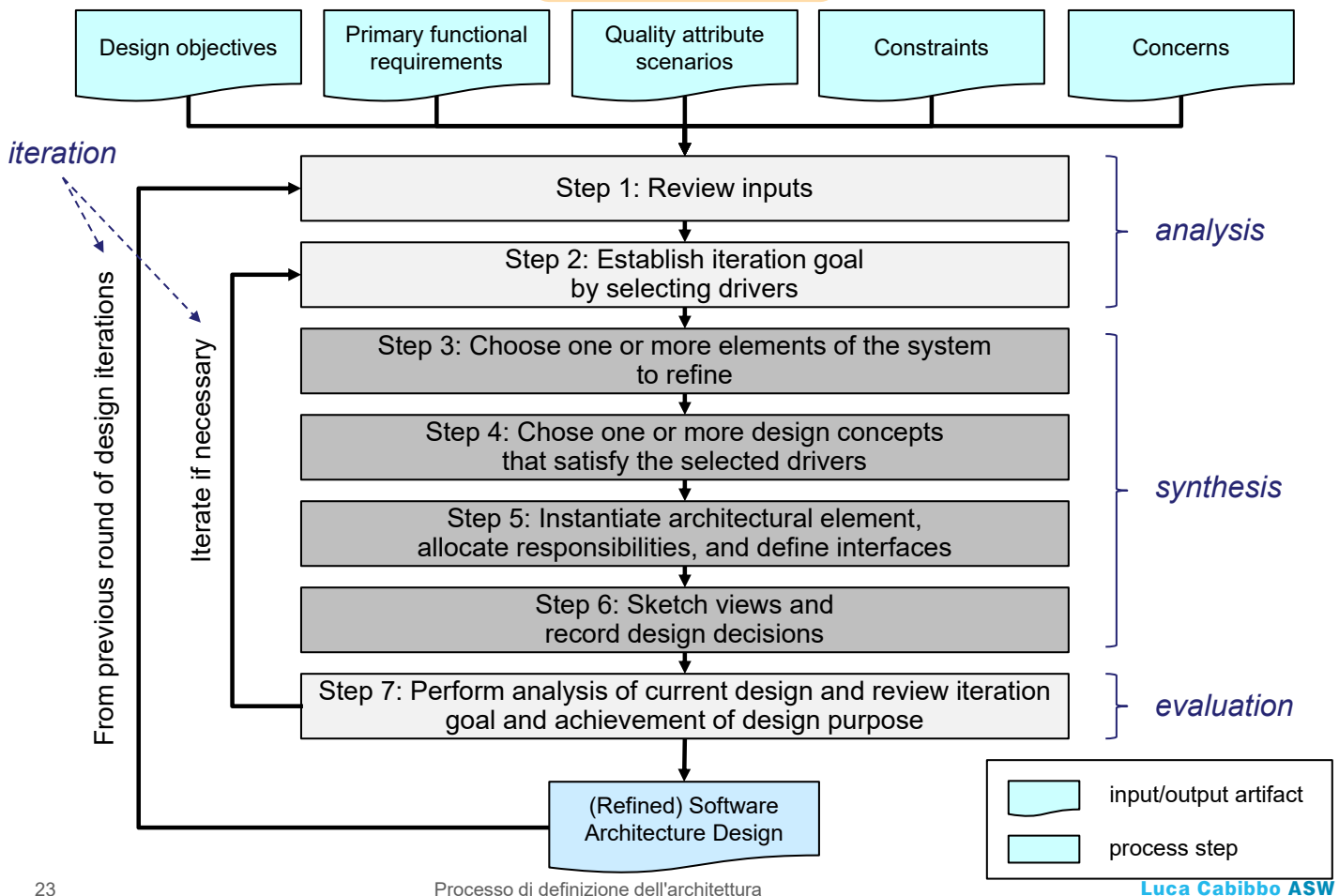
- Ogni specifico processo di definizione dell'architettura può comprendere anche delle attività aggiuntive – oltre alle attività principali comuni del modello di [Hofmeister]
  - ad es., il ciclo di vita dell'architettura di [DSA]





## - Esempio: Attribute-Driven Design 3.0 [DSA]

NON CHIEDE ALL'ESAME



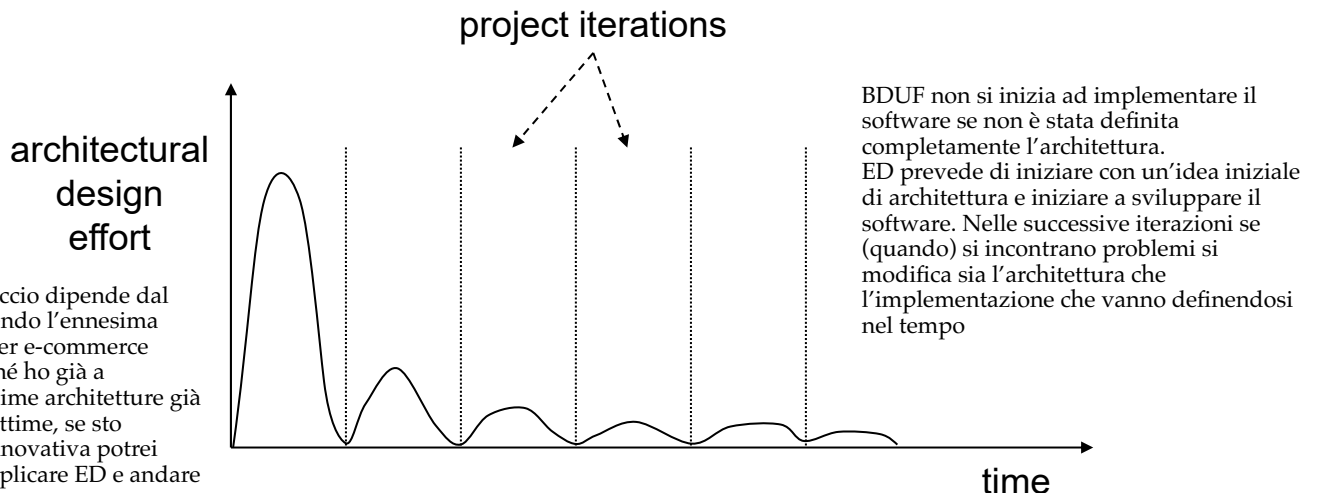
23

Processo di definizione dell'architettura



## - Definizione dell'architettura e sviluppo del software

- La definizione dell'architettura avviene nell'ambito del contesto più ampio di un processo di sviluppo del software nel quale il progetto viene anche implementato
  - di solito, nelle prime fasi o iterazioni del processo di sviluppo del software



La scelta dell'approccio dipende dal progetto: se sto facendo l'ennesima applicazione web per e-commerce applico BUDF perché ho già a disposizione tantissime architetture già comprovate come ottime, se sto facendo una cosa innovativa potrei avere bisogno di applicare ED e andare passo passo.

- sono però possibili anche altri approcci, come il Big Design Up Front oppure l'Emergent Design

24

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



## \* Un esempio (parziale)

- [MP], ispirandosi a [Larman], propone un processo iterativo semplificato, a tre passi, per la definizione di un'architettura – in particolare, per la specifica della sua struttura funzionale
  - identifica le *operazioni di sistema* I passi dei casi d'uso, i casi d'uso sono le funzionalità richieste al sistema
  - identifica i *componenti funzionali* Da fare iterativamente: identifica i componenti, cioè gli elementi con finalità funzionali
  - definisci *interfacce e collaborazioni* dei/tra i componenti Di cosa ha bisogno ogni componente per funzionare e come i componenti interagiscono tra loro per comunicare e scambiare risorse di cui hanno bisogno



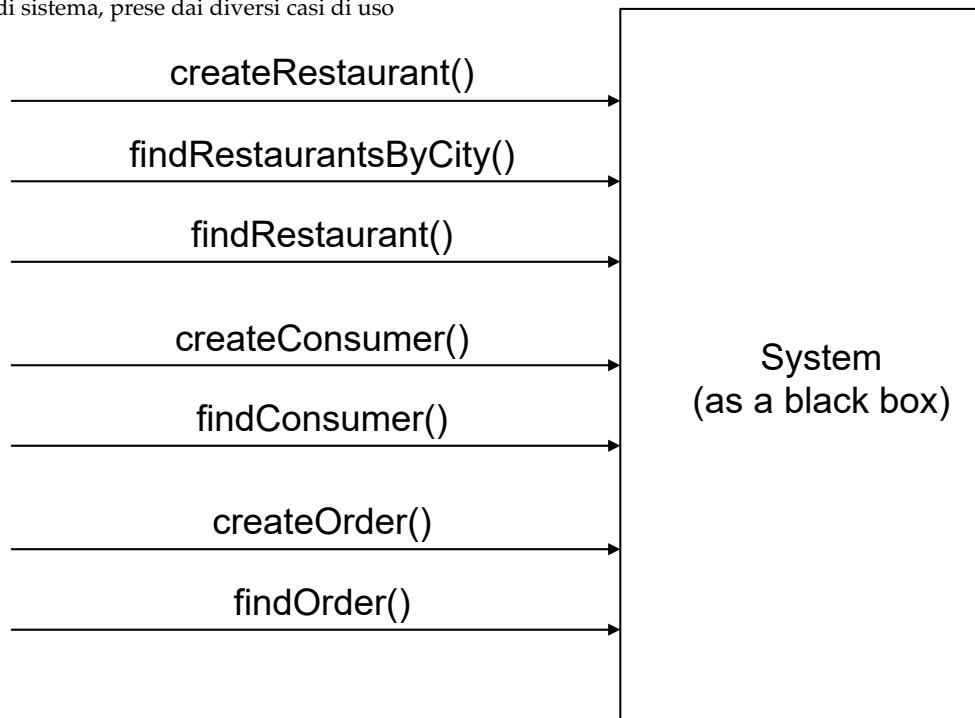
## Requisiti e operazioni di sistema

- **Requisiti** (studio di caso)
  - il sistema (di esempio) di interesse deve consentire (su scala nazionale) a degli utenti consumatori di effettuare ordini da ristoranti nella propria città
  - sono richieste scalabilità e disponibilità
- (Alcune) **operazioni** di sistema
  - aggiungere un ristorante, cercare i ristoranti in una città, vedere i dettagli di un ristorante (ad es., consultare il menu)
  - aggiungere un consumatore, vedere i dettagli di un consumatore
  - creare un nuovo ordine, vedere i dettagli di un ordine
  - ...



# Operazioni di sistema

Il sistema deve saper eseguire queste operazioni di sistema, prese dai diversi casi di uso



27

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



# Componenti funzionali

Una possibile scelta iniziale è questa: un componente per ogni tipologia principale di informazione

## ❑ Componenti funzionali

- un componente per la gestione dei ristoranti
- un componente per la gestione dei consumatori
- un componente per la gestione degli ordini

- ❑ Attenzione, questa scelta (come tutte le altre) potrà essere rivista o raffinata nelle attività o nei passi iterativi successivi

28

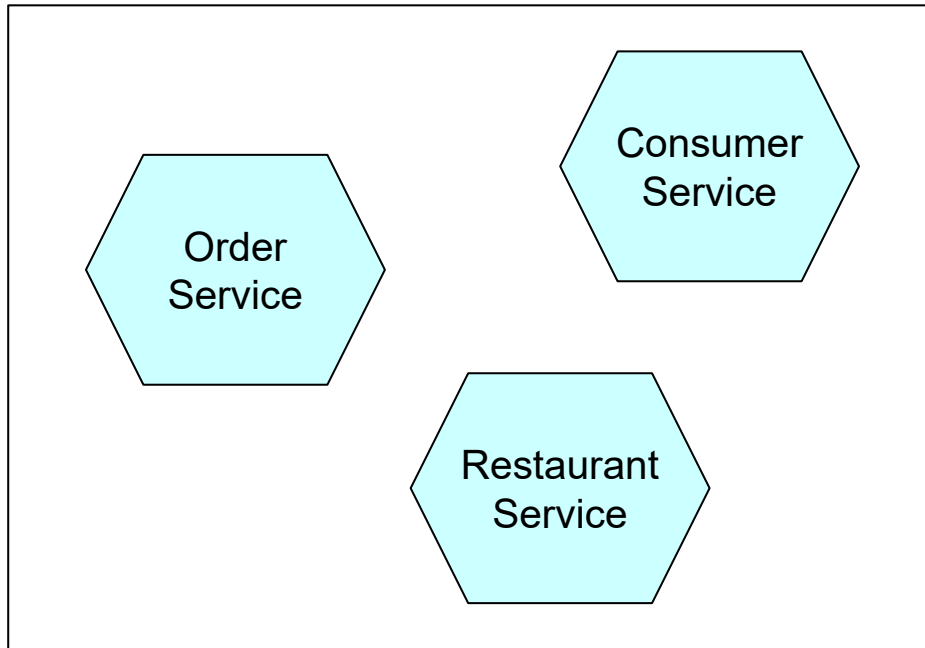
Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



# Componenti funzionali

Il nostro sistema è formato da questi tre servizi

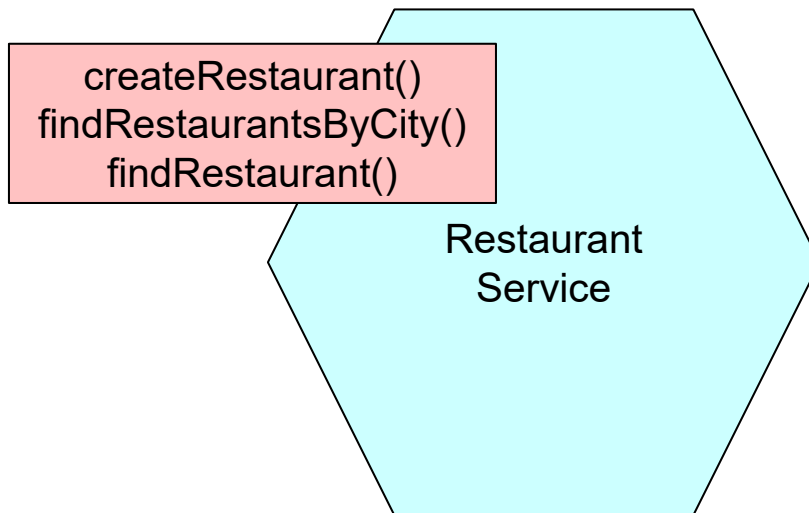


## Interfacce

### □ Interfacce (iniziali)

- gestore dei ristoranti – aggiungere un ristorante, cercare i ristoranti in una città, vedere i dettagli di un ristorante
- gestore dei consumatori – aggiungere un consumatore, vedere i dettagli di un consumatore
- gestore degli ordini – creare un nuovo ordine, vedere i dettagli di un ordine

Possiamo iniziare a mappare alcune delle funzionalità sul rispettivo componente responsabile di tale operazione di sistema



## Collaborazioni

Per ogni determinata operazione di sistema basta un solo componente o serve collaborazione con un altro o più altri componenti? Vanno determinate le COLLABORAZIONI

### □ Collaborazioni

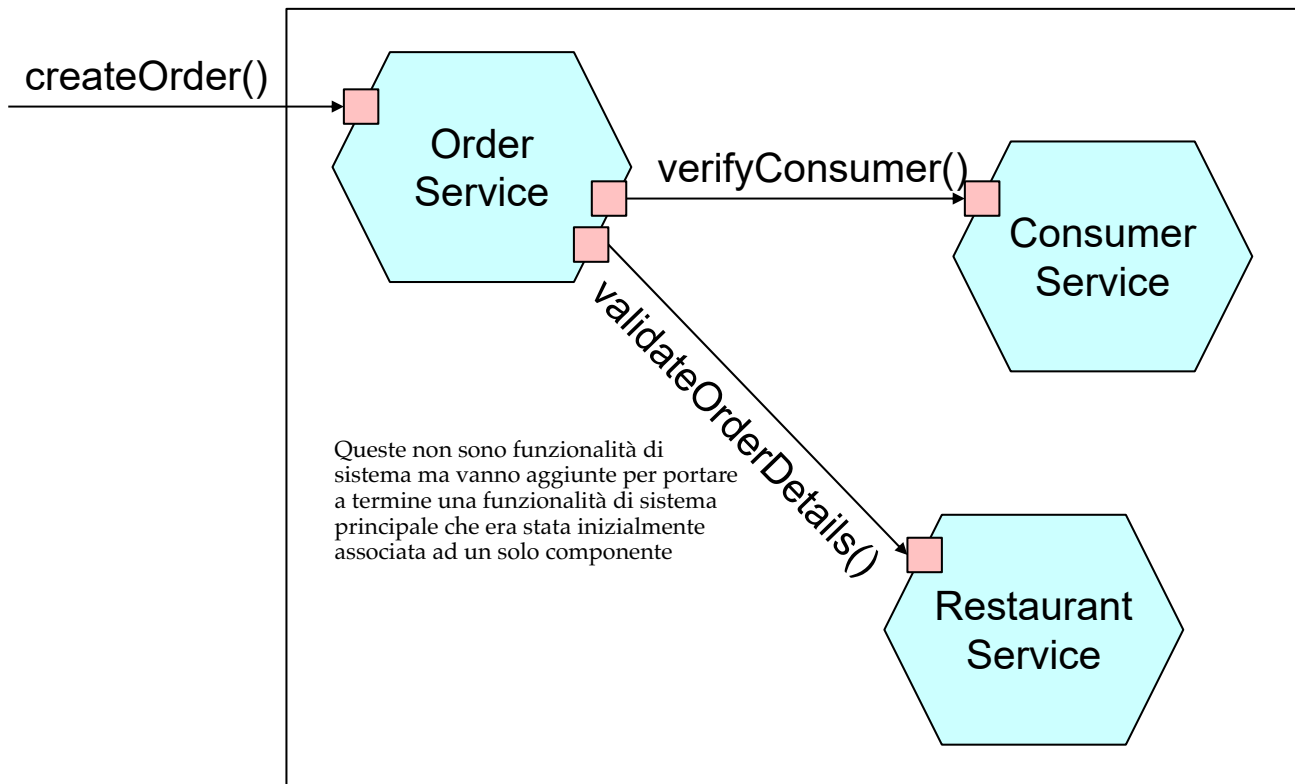
- consideriamo la creazione di un nuovo ordine
  - supponiamo che la convalida di un ordine richieda una convalida del consumatore che l'ha creato (ad es., non deve avere debiti in sospeso) e una convalida da parte del ristorante (ad es., quel giorno deve essere aperto e deve essere in grado di preparare quanto ordinato)
- il componente gestore degli ordini dovrà collaborare sia con il gestore dei consumatori che con il gestore dei ristoranti
  - questa collaborazione richiede di raffinare la definizione delle interfacce





## Una collaborazione

Per gestire l'operazione di creazione dell'ordine, il componente scelto inizialmente dovrà collaborare con servizi offerti da altri componenti per portare a termine la propria funzionalità



## Valutazione

- ❑ Facciamo una valutazione delle scelte effettuate (per quanto ne sappiamo finora)
  - il sistema di interesse deve consentire (su scala nazionale) a degli utenti consumatori di effettuare ordini da ristoranti nella propria città
    - le scelte fatte dovrebbero consentire di realizzare le funzionalità desiderate
  - sono richieste scalabilità e disponibilità
    - per ora non ne sappiamo abbastanza per valutare questi aspetti

Per ora non sappiamo ma prima o poi dovremmo considerarle. Nelle prossime iterazioni dovremo iniziare a considerare questi requisiti qualitativi...



## \* Discussione

- Il processo di definizione dell'architettura si basa su diversi aspetti e attività rilevanti
  - identificare e organizzare gli interessi e i requisiti architetturealmente significativi di un sistema software
  - produrre un'architettura candidata iniziale – mediante l'applicazione di pattern architeturali
  - raffinare un'architettura – per far in modo che sia più adeguata rispetto ad alcuni obiettivi di qualità – mediante l'applicazione di tattiche e prospettive architeturali
  - descrivere un'architettura
  - valutare un'architettura – ovvero verificare che sia adeguata rispetto a un insieme di obiettivi di qualità
  - implementare un'architettura

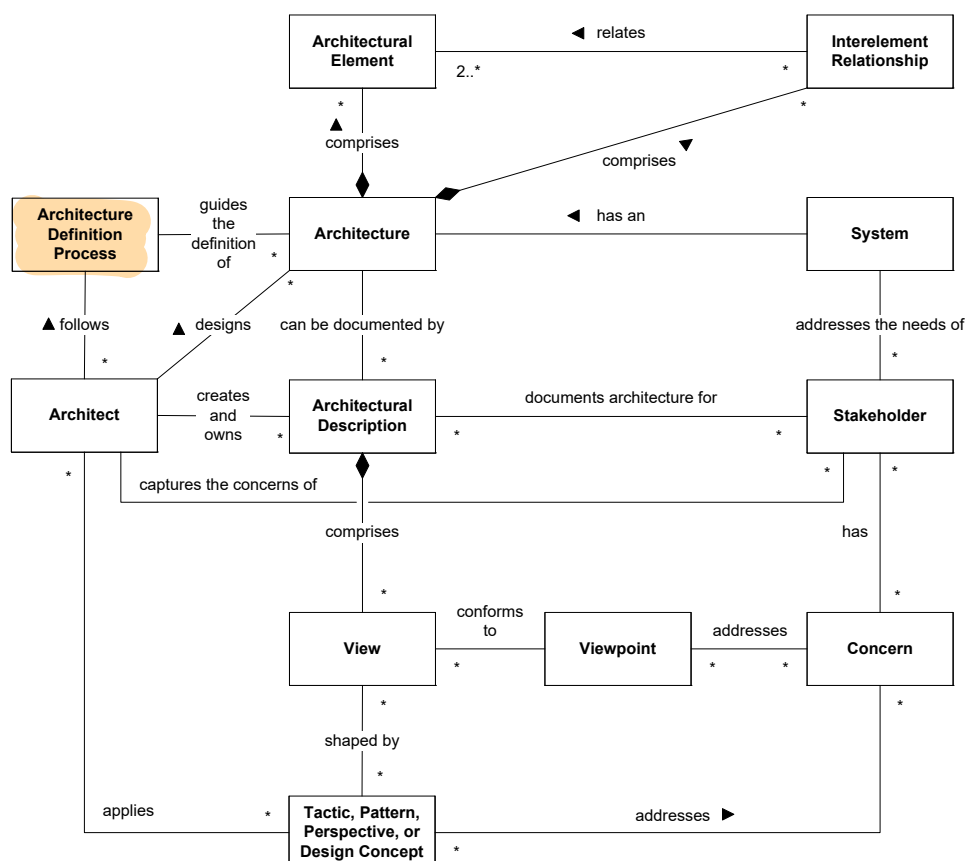
35

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW



## Concetti e relazioni fondamentali



36

Processo di definizione dell'architettura

Luca Cabibbo ASW