
ANNO ACCADEMICO 2025/2026

Tecnologie e Architetture Avanzate di Sviluppo Software

Teoria

Altair's Notes



UNIVERSITÀ
DI TORINO



DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

1.1	Intro al Corso	5
	Esempio e Requisiti Non Funzionali — 6	
1.2	Panoramica Storica	6
	Dagli Anni '70 al 2000 — 6 • Dal 2000 ai Giorni Nostri — 9 • JavaEE e Cloud — 12	
1.3	Ripasso su Spring Boot	13
	Maven — 13 • Gradle — 15 • Spring Boot — 16	

Premessa

Licenza

Questi appunti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons Attribuzione 4.0 Internazionale (per maggiori informazioni consultare il link: <https://creativecommons.org/version4/>).



Formato utilizzato

Box di "Concetto sbagliato":

Concetto sbagliato 0.1: Testo del concetto sbagliato

Testo contenente il concetto giusto.

Box di "Corollario":

Corollario 0.0.1 Nome del corollario

Testo del corollario. Per corollario si intende una definizione minore, legata a un'altra definizione.

Box di "Definizione":

Definizione 0.0.1: Nome delle definizioni

Testo della definizione.

Box di "Domanda":

Domanda 0.1

Testo della domanda. Le domande sono spesso utilizzate per far riflettere sulle definizioni o sui concetti.

Box di "Esempio":

Esempio 0.0.1 (Nome dell'esempio)

Testo dell'esempio. Gli esempi sono tratti dalle slides del corso.

Box di "Note":

Note:-

Testo della nota. Le note sono spesso utilizzate per chiarire concetti o per dare informazioni aggiuntive.

Box di "Osservazioni":

Osservazioni 0.0.1

Testo delle osservazioni. Le osservazioni sono spesso utilizzate per chiarire concetti o per dare informazioni aggiuntive. A differenza delle note le osservazioni sono più specifiche.

1

Introduzione

1.1 Intro al Corso

Parole chiave:

- Web Apps.
- Mission Critical.
- DevOps.
- Cloud Native.

Definizione 1.1.1: Mission Critical Applications

Un'applicazione o sistema le cui operazioni sono fondamentali per una compagnia o un'istituzione.

Osservazioni 1.1.1

- Enfasi sui requisiti non funzionali: i requisiti funzionali sono la baseline, ma ci si aspetta di più per rimanere competitivi.
- Da non confondere con life critical: non muore nessuno.

Definizione 1.1.2: Enterprise Application Integration (EAI)

Tutto l'insieme di pratiche architetturali, tecnologie, patterns, frameworks e strumenti che consentono la comunicazione e la condivisione tra diverse applicazioni nella stessa organizzazione.

Si ha enfasi sull'infrastruttura:

- *Data Integration*: combinare dati da più moduli diversi (coinvolge database).
- *Process Integration*: le interazioni tra più moduli.
- *Functional Integration*: si vuole fornire una nuova funzionalità sfruttando funzionalità già esistenti.

1.1.1 Esempio e Requisiti Non Funzionali

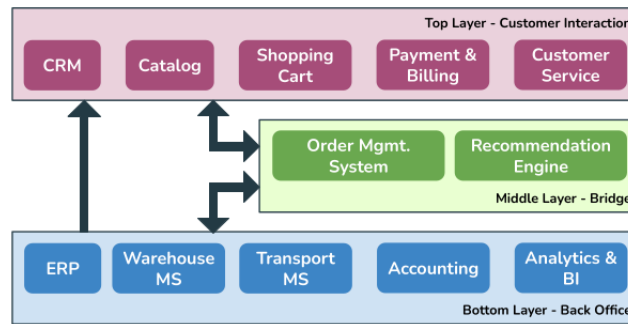


Figure 1.1: Esempio di e-commerce.

Commento dell'esempio:

- Ci sono tre livelli:
 - Top Layer: moduli che si rivolgono al cliente.
 - Middle Layer: gestione della comunicazione tra cliente e azienda.
 - Bottom Layer: moduli interni aziendali.

Requisiti non funzionali:

- High availability/zero downtime: l'applicativo deve essere sempre o quasi sempre disponibile.
- Affidabilità: in caso di interruzione di workflow si deve far sì che non ci siano stati danni (e.g. un'interruzione durante una transazione).
- Consistenza dei dati.
- Integrità dei dati.
- Low latency: per avere una buona performance, tutto deve essere fluido.
- Scalabilità.
- Sicurezza.
- Resilienza: capacità di reagire agli errori.
- Manutenibilità: quanto un pezzo di software sia mantenibile o riutilizzabile.
- Osservabilità: per comprendere eventuali problemi in un sistema distribuito.
- Auditability: le verifiche di qualità fatte su software¹.

1.2 Panoramica Storica

1.2.1 Dagli Anni '70 al 2000

Definizione 1.2.1: Waterfall

Le metodologie a cascata^a sono metodologie in cui ci sono fasi ben distinte e separate tra loro.

^aViste a "Sviluppo delle Applicazioni Software".

¹Meglio visto in "Etica, Società e Privacy".

Note:-

È un modello prevedibile, ma lento a gestire i cambiamenti.

Osservazioni 1.2.1

- Software on the shelf: una volta acquistato è proprio.
- Software custom: prodotto su richiesta, ha bisogno di tutto un servizio di manutenzione.

Definizione 1.2.2: Lean

Metodologie nate negli anni '50 alla Toyota, verranno applicate al software dagli anni '90. Si basa su tre principi:

- Muda^a (waste): si deve stare sui requisiti, non mettere troppe funzioni non necessarie.
- Mura (unevenness): è necessaria consistenza per aumentare la prevedibilità.
- Muri (overburden): non sovraccaricare le persone o le macchine. Non progettare software utilizzando strumenti greedy di risorse.

^aJOJO'S Reference

Note:-

Lo strumento fondamentale è il *kanban*: la lavagna, per organizzare il lavoro.

Definizione 1.2.3: Siloed

Organizzazione aziendale a silos: si comunica poco e male. Ci sono 4 gruppi:

- BA Team: relazioni con gli stakeholders, requisiti, specifiche, documentazione.
- Dev Team: programma e fa un minimo di unit testing.
- Test Team: testa e decide se il sistema è pronto.
- Ops Team: si occupa del deployment.

Note:-

I vari team si parlano in maniera molto limitata.

Definizione 1.2.4: Transaction Processing Monitor

I TP monitor erano il primo esempio di soluzione middleware. Usata nei sistemi di mainframe erano: centralizzati, monolitici, mission critical, con accesso da vari terminali.

Corollario 1.2.1 Middleware

Software nel mezzo tra applicazioni e infrastrutture. Permette alle applicazioni di utilizzare le infrastrutture per farle comunicare tra di loro.

Obiettivi:

- Performance: si occupa di transazioni rispettando le proprietà ACID.
- Scalabilità: se un programma crasha ne avvia un'altra istanza.
- Affidabilità.
- Consistenza dei dati.

Limiti:

- Proprietario.
- Tight coupling.
- Costosi.
- Complessi.

Domanda 1.1

Cosa rimane dei TP monitors?

- *Gestione delle transazioni e coordinazione:*
 - Soluzioni basate su 2PC (2 Phase Commit).
 - Le proprietà ACID, attualmente supportate internamente da molti database.
 - Proprietà BASE:
 - * Basically: risposte basiche.
 - * Available: si accetta che si possa non avere il dato più aggiornato.
 - * State: la consistenza potrebbe non essere rispettata.
 - * Eventually: prima o poi si riceverà il dato corretto.
- *Pool di connessioni.*
- *Distribuzione del carico:*
 - Le richieste vengono distribuite su varie istanze.
 - In caso di fallimento l'applicazione riparte.

Definizione 1.2.5: Remote Procedure Call

Si chiama una funzione da una macchina remota come se fosse locale. È indipendente dal linguaggio e a una struttura silos. Richiede aggiunte sia nello sviluppo che a runtime.

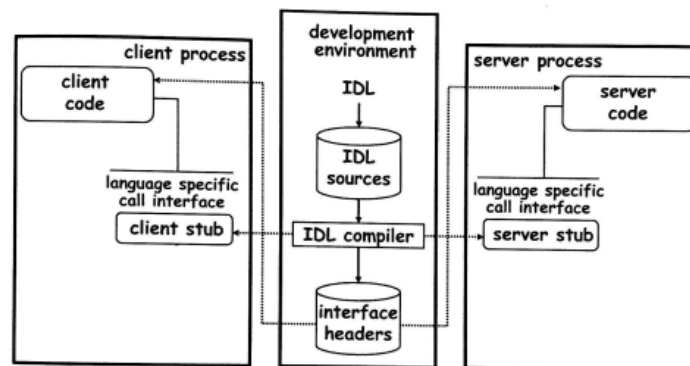


Figure 1.2: Remote Procedure Call - Development.

- Serializzazione: trasformare i dati in qualcosa che può essere comunicato.
- Marshalling: usa la serializzazione e inserisce meta-dati per permettere la ricostruzione della struttura dati.

Definizione 1.2.6: Common Object Request Broker Architecture (CORBA)

Evoluzione di rpc pensata per gli oggetti. Si possono creare oggetti in un server che possono rispondere a chiamate remote.

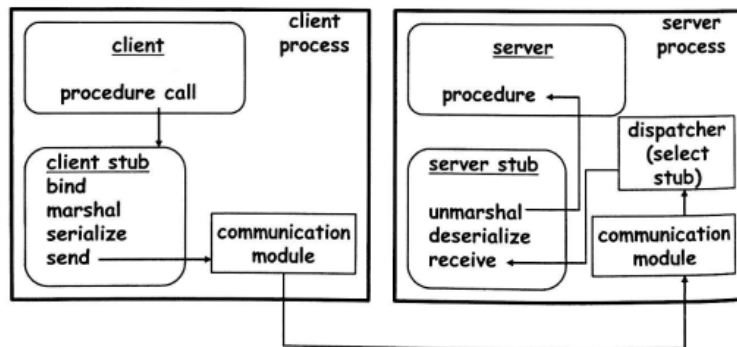


Figure 1.3: Remote Procedure Call - Runtime.

Note:-

Più successo lo ha avuto RMI (Remote Method Invocation) che è CORBA, ma solo con Java.

Limiti:

- Nascondere le cose al programmatore: si ha un falso senso di disaccoppiamento e i programmatori tendono a non vedere la rete.
- La programmazione sembra semplice perché i problemi vengono sottovalutati.

Definizione 1.2.7: Message Oriented Middleware

Invece di chiamarsi a vicenda le applicazioni si inviano messaggi a vicenda:

- Sincronizzazione tra operazioni in applicazioni diverse.
- Notifiche di eventi.
- Non c'è necessità di conoscere il ricevente.

Due modelli di comunicazione:

- Point-to-Point: il mittente manda un messaggio nella coda del middleware, il ricevente lo consuma.
- Publish and Subscribe: c'è una bacheca su cui chiunque può pubblicare un evento.

Definizione 1.2.8: Enterprise Service Bus (ESB)

Un middleware cosciente della logica di business. Si occupa di tradurre protocolli e dati.

Note:-

Caduto totalmente in disuso.

1.2.2 Dal 2000 ai Giorni Nostri**Definizione 1.2.9: AGILE**

Metodologie fondate su iteratività e incrementalità.

Corollario 1.2.2 XP - Xtreme Programming

Si concentra sul codice, lo sviluppo di software si fa in team. Si dà importanza ai feedback sia dai clienti che dagli sviluppatori (small release, test-driven development, on-site customer).

Principi di XP:

- Comunicazione.
- Semplicità.
- Feedback.
- Coraggio.
- Rispetto.

Definizione 1.2.10: Scrum

Prassi di organizzazione dell'attività lavorativa degli sviluppatori, si concentra sulla comunicazione:

- Organizzazione: esiste una lista del lavoro che deve essere svolto (Product Backlog e PDI), un'iterazione di lavoro di massimo 4 settimane (sprint) e deve esserci un incremento (valore percepibile dal cliente).
- Ruoli: ci si organizza in piccoli teams per ogni modulo.

Ruoli in Scrum:

- Product owner: persona che gestisce il Backlog, in contatto con i clienti (non è il capo).
- Scrum master: organizza le riunioni, fa da mediatore.
- Development team.

Eventi per ogni sprint:

- Sprint planning: riunione in cui si decide cosa fare.
- Daily scrum: meeting in piedi, deve durare poco.
- Sprint review: alla fine dello sprint, si mostra l'incremento agli stakeholders.
- Sprint retrospective: dopo la review, è una riunione interna al team.

Definizione 1.2.11: Kanban

Si vuole mantenere il flusso di lavoro. Non si mette più lavoro di quello che si riesce a fare.

Principi di Kanban:

- Visualizzazione: si vede il proprio lavoro attraverso delle lavagne su cui vengono appiccicati post-it.
- WIP limit: si fanno un certo numero di cose contemporaneamente (non più di 3-4).
- Pull system²: le cose vengono spostate dal to do al doing quando si libera un posto.
- Continuous delivery: si integra la feature implementata e la si consegna.

Board:

- Backlog.
- To do: roba da fare.
- Doing (WIP limit): roba che si sta facendo.
- Done: roba fatta.

Definizione 1.2.12: Scrumban

Scrum: ha i ruoli, il product Backlog e PBI, daily meeting, sprints.

Kanban: il flusso è pull-based e usa i WIP limit, le lavagne e i Continuous delivery.

²Gacha moment.

Siloed evoluta:

- Biz team: relazioni con gli stakeholders, marketing e vendite.
- Dev team: requisiti, sviluppo, testing e comunicazione con il biz team.
- Ops team: deploy, setting, validazioni.

Note:-

La divisione c'è ancora, ma c'è più comunicazione tra i vari team.

Definizione 1.2.13: Service-Oriented Architecture

Si inizia a ragionare sul fatto che l'integrazione debba avvenire mediante moduli che forniscono servizi l'uno all'altro.

Domanda 1.2

Cos'è un servizio?

Corollario 1.2.3 Servizio

Un servizio è una capacità di business autocontenuta che viene esposta secondo un contratto standard (un'interfaccia).

I servizi:

- *Coarse-grained*: ogni servizio implementa tutto (più pesanti dei microservizi).
- Condivide dati e funzioni attraverso interfacce (o API).
- *Scopribili*: i servizi si scoprono attraverso nomi e non IP.

SOA:

- Comunicazione attraverso applicazioni apposta o protocolli basati su HTTP.
- Le infrastrutture hanno un ruolo importante nel comporre i servizi in funzioni.
- Deployment centralizzato.

Definizione 1.2.14: Web Services

Istanza di Service-Oriented Architecture che stabilisce:

- Protocollo di comunicazione (SOAP):
 - XML su HTTP.
 - Consente sia comunicazione sincrona che asincrona.
- Service registry: UDDI
 - Elenco di servizi registrati secondo le loro features generali.
 - Consente ai servizi di essere scopribili.
 - Comunicazione mediante SOAP.
- Contratto (WSDL, Web Service Description Language):
 - Fornisce informazioni per contattare effettivamente un servizio.
 - La struttura dei messaggi.
 - Le strutture dati.
 - Protocollo e indirizzo.

Osservazioni 1.2.2 Sui Web Services

Idealmente:

- Il client cerca il servizio su UDDI.
- Ottiene il link dal WSDL del servizio.
- Utilizzando WSDL collega dinamicamente il servizio alle operazioni.

In Pratica:

- La scoperta di servizi "in tempo reale" era impraticabile.
- I WSDL erano in maggioranza statici.
- Le informazioni venivano salvate in file di configurazione.

1.2.3 JavaEE e Cloud

Definizione 1.2.15: Enterprise Java Beans (EJB)

Gli EJB sono oggetti resi disponibili dinamicamente. Offrivano:

- Gestione del lifecycle.
- RMI.
- Sicurezza basata sui ruoli.
- Persistenza tramite Object-relational mapping (ORM).
- Gestione delle transazioni ACID.

I Java Beans erano pesanti:

- Oggetti collegati alla JVM (al container).
- Molto accoppiati all'ambiente di esecuzione.
- Necessitavano un java application server.
- Molto codice boiler-plate.
- Annotazioni XML.
- Non portabili.

Note:-

Tutto questo fino al 2006 in cui la terza edizione di EJB li fa diventare più leggeri:

- Annotazioni Java al posto di XML.
- POJOs (Plain Old Java Objects).
- JPA (Java Persistence).
- Si integrano con web service.
- Introduzione della *dependency injection*: design pattern per collegare due o più moduli tramite l'ambiente di sviluppo stesso.

Definizione 1.2.16: Cloud

Insieme di risorse sia computazionali, sia di storage, sia di networking. Queste risorse sono rese disponibili come servizi mediante API.

Osservazioni 1.2.3

- Il cloud è un'astrazione che nasconde la struttura fisica delle macchine.
- C'è un livello simile a un OS.
- I servizi sono offerti su base dichiarativa: diventa possibile avere un servizio che si conformi alle proprie necessità.

Modelli:

- *Infrastructure as a Service (IaaS)*: l'azienda mette a disposizione macchine virtuali, di storage o sottoreti visibili a chi compra il servizio.
- *Platform as a Service (PaaS)*: si acquista una piattaforma che nasconde cose e ottimizza.
- *Function as a Service (FaaS)*: si carica su una piattaforma una serie di funzioni e si sviluppa solo il front end.

Applicazioni native sul cloud:

- Moduli molto leggeri e loosely-coupled.
- Deployment containerizzato (impacchettato e Platform independent), orchestrazione (ignorante rispetto all'architettura ma che può operare su essa) e elastic scaling (cambiare il livello dei servizi).
- Dev Cycle features: integrazione continua, continuous delivery, deploy, infrastrutture dichiarative, consistenza tra dev/test/prod, anticipare i test sulla sicurezza, l'applicazione deve essere osservabile.
- NFRs: scalabilità, portabilità, sicurezza, evoluzione, mantenibilità, affidabilità.

Definizione 1.2.17: DevOps

Gestione del sistema mediante l'utilizzo di tools e pratiche basate sui principi Lean.

1.3 Ripasso su Spring Boot

Note:-

DISCLAIMER: è il mio primo approccio alla programmazione web (dato che sono specializzata in robe teoriche e/o a basso livello) per cui potrei fare qualche imprecisione, sorry.

1.3.1 Maven

Dato che gli IDE moderni consumano un sacco di batteria e risorse includo anche una mini guida per setuppare un progetto java con Maven (in questo modo potete usare vim, gedit o nano se vi va). Se usate IntelliJ, Vs Code o altro potete saltare³.

Definizione 1.3.1: Maven

Maven è un tool per creare automaticamente delle build di progetti java. Permette di compilare codice, fare testing, packaging, etc.

³Questi IDE possono utilizzare anche Maven, ma lo gestiscono loro.

Note:-

Maven utilizza il *Project Object Model (POM)* per descrivere la configurazione di un progetto e gestire le dipendenze.

Domanda 1.3

Come si crea un progetto con Maven?

Listing 1.1: Creazione di un progetto Maven

```
mvn archetype:generate \
  -DgroupId=com.example \
  -DartifactId=myapp \
  -DarchetypeArtifactId=maven-archetype-quickstart \
  -DinteractiveMode=false
```

Nello specifico:

- `DgroupId` indica il nome di una compagnia o di un'organizzazione.
- `DartifactId` indica il nome del progetto.
- `DarchetypeArtifactId` indica il template (in questo caso un semplice HelloWorld java).

Listing 1.2: Esempio di pom.xml per Spring Boot

```
<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0
    http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>

  <parent>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-parent</artifactId>
    <version>3.3.4</version>
    <relativePath/>
  </parent>

  <groupId>com.example</groupId>
  <artifactId>myapp</artifactId>
  <version>1.0.0-SNAPSHOT</version>
  <packaging>jar</packaging>
  <name>myapp</name>

  <properties>
    <java.version>24</java.version>
  </properties>

  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
      <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
    </dependency>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
      <artifactId>spring-boot-starter-test</artifactId>
```

```

        <scope>test</scope>
    </dependency>
</dependencies>

<build>
    <plugins>
        <plugin>
            <groupId>org.springframework.boot</groupId>
            <artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>
        </plugin>
    </plugins>
</build>
</project>

```

Spiegazione:

- Il **parent** imposta la versione di Spring Boot e le configurazioni di default.
- Le **dependencies** includono il modulo web e quello per i test.
- Il plugin **spring-boot-maven-plugin** permette di eseguire l'app con `mvn spring-boot:run`.

1.3.2 Gradle

Per alcune persone può essere più facile utilizzare Gradle (inclusa me), quindi aggiungo qualcosa anche per questo.

Definizione 1.3.2: Gradle

Come Maven, Gradle è un tool per creare automaticamente progetti java, C/C++, kotlin, etc. A livello di base ha le stesse funzionalità di Maven, le differenze principali sono il linguaggio utilizzato (Maven è basato su xml, Gradle su Groovy), velocità (Gradle è più veloce per build incrementali), etc.

Domanda 1.4

Come si crea un progetto Spring Boot con Gradle?

Listing 1.3: Creazione di un progetto Spring Boot con Gradle

```

curl https://start.spring.io/starter.tgz \
    -d type=gradle-project \
    -d dependencies=web \
    -d groupId=com.example \
    -d artifactId=test \
    -d name=test \
    -d packageName=com.example.test \
    -o test-gradle.tgz
tar -xvf test-gradle.tgz
cd test

```

Alcune osservazioni importanti:

- Di default il progetto creato usa java 17, per cambiarlo basta andare nel file **build.gradle**.
- Inizialmente darà errore perché non si sono definiti endpoint.

Listing 1.4: Avvio del progetto Spring Boot con Gradle

```
# Su Linux/macOS
./gradlew bootRun

# Su Windows
gradlew.bat bootRun
```

Note:-

Al primo avvio Gradle scaricherà tutte le dipendenze necessarie. Una volta completato, l'app sarà disponibile su <http://localhost:8080/>. Se non hai ancora definito controller o endpoint, vedrai la *Whitelabel Error Page*.

1.3.3 Spring Boot

