

Sviluppo Applicazioni Software

Luca Barra

Anno accademico 2023/2024

INDICE

CAPITOLO 1	PROCESSI PER LO SVILUPPO SOFTWARE	PAGINA 2
1.1	Introduzione Specifica dei requisiti — 3 • Sviluppo del software — 3 • Convalida del software — 3 • Evoluzione del software — 4	2
1.2	Modelli di processo software Modello a cascata — 4 • Modello incrementale — 5 • Integrazione e configurazione — 6 • Sviluppo incrementale, iterativo ed evolutivo — 6	4
1.3	Sviluppo agile I principi dello sviluppo agile — 7 • eXtreme Programming (XP) — 7 • Scrum — 8	6
CAPITOLO 2	UNIFIED PROCESS (UP)	PAGINA 9
2.1	OOA e OOD UML — 11	9
2.2	Unified Process Le discipline — 12 • Che cosa sono i requisiti? — 13	11
2.3	Ideazione Artefatti nell'Ideazione — 15 • Tipologie di documenti — 15	14
2.4	Casi d'Uso Disciplina dei requisiti — 16 • Capire il contesto del sistema e catturare i requisiti — 17 • Casi d'Uso e UP — 17 • Attori e tipi di attori — 18 • Formato di un Caso d'Uso — 19 • Come scrivere un Caso d'Uso — 19 • Trovare i Casi d'Uso — 22 • Livello dei Casi d'Uso — 24	16
2.5	Elaborazione Pianificazione dell'iterazione successiva — 25 • Artefatti dell'Elaborazione — 25	24
2.6	Modello di Dominio	26
2.7	Diagrammi di sequenza del sistema (DSS)	26
2.8	Contratti	26
CAPITOLO 3	ARCHITETTURA DEL SOFTWARE	PAGINA 27
3.1	Architettura logica e organizzazione in layer	27
CAPITOLO 4	DIAGRAMMI DI INTERAZIONE E DI CLASSE UML	PAGINA 28
4.1	Modellazione dinamica e statica con UML	28
CAPITOLO 5	PATTERN GRASP	PAGINA 29
5.1	General Responsibility Assignment Software Patterns	29

CAPITOLO 6	PATTERN GoF	PAGINA 30
6.1	Design Pattern GoF	30
6.2	GoF in Java	30

CAPITOLO 7	DAL PROGETTO AL CODICE	PAGINA 31
-------------------	-------------------------------	------------------

Capitolo 1

Processi per lo sviluppo software

1.1 Introduzione

In questa sezione verranno mostrati, anche in chiave storica, i principali processi per lo *sviluppo software*, *modelli di processi software*, sviluppo *iterativo* ed evolutivo, sviluppo *agile*.

Definizione 1.1.1: Software di qualità

- Non è un semplice programma o gruppo di programmi;
- Include *documentazione*, *test*, *manutenzione*, *aggiornamenti*;

Corollario 1.1.1 Caratteristiche essenziali

- ⇒ *Mantenibilità*: il software deve evolversi in base alle necessità dei clienti^a;
- ⇒ *Fidatezza*: il software non dovrebbe causare danni fisici o economici;
- ⇒ *Efficienza*: il software deve fare un uso efficiente delle risorse;
- ⇒ *Accettabilità*: il software deve essere comprensibile, usabile e compatibile con altri sistemi.

^aDa questo si hanno i maggiori introiti.

Note:-

A volte può convenire vendere il software "sottoprezzo" per poi guadagnare con la manutenzione.

Domanda 1

Cosa descrive un processo software?

Risposta: descrive *chi* fa *che cosa*, *come* e *quando* per raggiungere un *obiettivo*.

Definizione 1.1.2: Un processo per lo sviluppo software

Un processo software descrive un approccio *disciplinato* alla *costruzione*, al *rilascio* ed eventualmente alla *manutenzione* del software.

Si possono distinguere quattro attività di processo comuni:

- ⇒ *Specifiche del software*: clienti e sviluppatori definiscono le funzionalità del software (e i relativi vincoli);
- ⇒ *Sviluppo del software*: il software viene progettato e sviluppato;

- ⇒ *Convalida del software*: il software viene convalidato per garantire che soddisfi le specifiche del cliente;
- ⇒ *Evoluzione del software*: il software viene modificato per riflettere i cambiamenti nei requisiti del cliente e del mercato.

1.1.1 Specifica dei requisiti

Anche detta "*ingegneria dei requisiti*", è l'attività per capire e definire quali sono i requisiti richiesti dal sistema e identificare i vincoli all'operabilità e allo sviluppo del sistema.

Le fasi principali di questa attività sono:

- ⇒ *Deduzione e analisi dei requisiti*: osservazione di sistemi esistenti, discussioni con possibili utenti, analisi, etc.
- ⇒ *Specificazione dei requisiti*: si traducono le informazioni raccolte in un *documento*;
- ⇒ *Convalida dei requisiti*: si controlla che i requisiti siano realistici, coerenti e completi.

1.1.2 Sviluppo del software

Anche detta "*progettazione e implementazione del software*", è l'attività di conversione delle specifiche del software in un sistema da consegnare al cliente. Nelle *metodologie agili* la progettazione e l'implementazione sono spesso *integrate* e, tipicamente, non producono documenti formali.

Le fasi principali di questa attività sono:

- ⇒ *Progettazione dell'architettura*: identifica la struttura complessiva del sistema, dei componenti, delle loro relazioni e della loro distribuzione;
- ⇒ *Progettazione del database*: si progetta la rappresentazione delle strutture dati che verranno utilizzate e la loro rappresentazione in un database¹;
- ⇒ *Progettazione dell'interfaccia*: definisce l'interfaccia utente e le modalità di interazione con il sistema²;
- ⇒ *Progettazione e scelta dei componenti*: si ricercano i componenti riutilizzabili o vengono progettati nuovi componenti.

Note:-

La scelta dei componenti è particolarmente facile nel caso di linguaggi object-oriented.

1.1.3 Convalida del software

L'attività di verifica e convalida serve a dimostrare che un sistema sia *conforme* alle specifiche e che *soddisfi* le esigenze del cliente. La convalida richiede anche attività di *controllo*, *ispezione* e *revisione* a ogni stadio del processo di sviluppo. In alcune metodologie agili si scrivono i test prima di scrivere il codice (eXtreme Programming).

Note:-

In questo corso ci si concentrerà sul processo di testing. Per un modo formale di verificare la correttezza di un sistema si può fare riferimento al corso "Metodi formali dell'informatica".

I test possono essere:

- ⇒ *Test di unità (o dei componenti)*: i componenti vengono testati singolarmente³;
- ⇒ *Test del sistema*: si testa il sistema nel suo complesso;
- ⇒ *Test del cliente*: il sistema viene testato dal cliente con i propri dati.

¹Non verrà trattata in questo corso. È stata parzialmente trattata nel corso "Basi di dati".

²Non verrà trattato lo sviluppo di un'interfaccia. È stato parzialmente trattato in "Programmazione III".

³Visti nel corso "Algoritmi e strutture dati".

1.1.4 Evoluzione del software

Anche detto "*manutenzione del software*", è l'attività di modifica durante o dopo lo sviluppo di un sistema software. La distinzione (storica) tra sviluppo e manutenzione è sempre più irrilevante. L'ingegneria del software è un unico processo evolutivo.

Note:-

Può capitare che si debba far fronte a cambiamenti improvvisi per esigenze di mercato o per incomprensioni con il cliente.

Bisogna *ridurre* i costi di rilavorazione:

- ⇒ *Anticipazione dei cambiamenti*: si possono prevedere o anticipare eventuali cambiamenti prima di una richiesta di rilavorazione;
- ⇒ *Tolleranza ai cambiamenti*: si progetta il sistema in modo da rendere facili eventuali cambiamenti.

Ci sono due metodi per far fronte ai cambiamenti:

- ⇒ *Prototipazione del sistema*: il sistema viene sviluppato rapidamente per verificare i requisiti del cliente. Ciò consente eventuali modifiche prima di sviluppare il sistema completo;
- ⇒ *Consegna incrementale*: vengono consegnati al cliente parti del sistema in modo incrementale in modo che il cliente possa provarlo e commentarlo.

Note:-

Il refactoring è un importante meccanismo per supportare la tolleranza ai cambiamenti

1.2 Modelli di processo software

Esistono veri modelli di processo software: *cascata*, *Unified Process*, *Scrum*, *XP*, *RUP*, *RAD*, *Spirale*, etc. Le quattro attività fondamentali sono organizzate in modo diverso in ciascun modello: in sequenza nel modello a cascata e intrecciate negli altri (modelli incrementali). Un ulteriore modello è il modello a integrazione e configurazione che però è poco trattato a livello ingegneristico.

Definizione 1.2.1: Paradigma di processo

Il modello di processo software è una rappresentazione semplificata di un processo software. Sono strutture di processo da *estendere* e *adattare* per soddisfare le esigenze specifiche di un progetto.

Note:-

Non esiste un modello di processo software "universale", ma la scelta del modello dipende dai requisiti del cliente:

- ⇒ i software a sicurezza critica richiedono un modello a cascata per via delle analisi e della documentazione;
- ⇒ i software per il mercato richiedono un modello incrementale;
- ⇒ i sistemi aziendali richiedono un modello a configurazione e integrazione.

Inoltre, in grandi sistemi, si possono combinare più modelli.

1.2.1 Modello a cascata

Definizione 1.2.2: Modello a cascata

Il modello a cascata è un modello di processo software in cui le fasi di sviluppo sono viste come *fasi distinte* e *non sovrapposte*. Questo modello era l'unico modello utilizzato fino agli anni '80.

Note:-

Si contrappone ai modelli incrementali in cui le fasi di sviluppo sono sovrapposte e iterate.

Corollario 1.2.1 Fasi del modello a cascata

- ⇒ All'inizio si definiscono i requisiti;
- ⇒ All'inizio si definisce un piano temporale;
- ⇒ Si progetta e modella il sistema;
- ⇒ Si crea un progetto completo del software;
- ⇒ Si inizia la programmazione del sistema;
- ⇒ Si testa il sistema, si rilascia e si prosegue con la manutenzione.

Il modello a cascata:

- ⇒ Non è adatto allo sviluppo in team;
- ⇒ Si dovevano definire spesso modelli matematici;
- ⇒ Costava molto in termini di tempo e denaro.

1.2.2 Modello incrementale

Definizione 1.2.3: Modello incrementale

Il modello incrementale è un modello di processo software in cui il sistema viene sviluppato in *incrementi* (o *iterazioni*). Si effettuano *feedback veloci* e *rilasci*.

Note:-

Negli anni '80 e '90 molte persone si avvicinano al mondo della progettazione e nasce la necessità di sviluppare software in modo incrementale.

Corollario 1.2.2 I casi d'uso

I casi d'uso sono il modo migliore per definire i requisiti: il cliente racconta una storia e il programmatore la traduce in un caso d'uso.

Lo sviluppo incrementale:

- ⇒ È un approccio *plan-driven*, *agile* o una combinazione di questi approcci;
- ⇒ Se *plan-driven*, si pianificano in anticipo gli incrementi;
- ⇒ Se *agile*, si identificano gli incrementi iniziali ma si dà priorità al rilascio di incrementi che soddisfano i requisiti più importanti;
- ⇒ Il costo di implementazione di modifiche è ridotto;
- ⇒ È più facile ottenere un feedback dal cliente;

Note:-

Tuttavia si devono avere consegne regolari e frequenti, la struttura dei sistemi tende a degradarsi e richiede pianificazione in anticipo per grandi team.

1.2.3 Integrazione e configurazione

Definizione 1.2.4: Riutilizzo del software

- ⇒ Dagli anni 2000 si sono diffusi software che riutilizzano software già esistente;
- ⇒ Collezioni di oggetti che sono sviluppati come un componente o un pacchetto da integrare tramite framework;
- ⇒ Servizi web che possono essere integrati in un sistema.

Le fasi principali sono:

- ⇒ *Specifica dei requisiti*;
- ⇒ *Ricerca e valutazione del software*: se esiste un software che soddisfa i requisiti;
- ⇒ *Perfezionamento dei requisiti*: utilizzando le informazioni trovate nella ricerca;
- ⇒ *Configurazione del sistema di applicazioni*;
- ⇒ *Adattamento e integrazione*: si integra il sistema con i componenti riutilizzabili.

Note:-

Questo approccio riduce la quantità di software da sviluppare, riducendo i costi e i rischi. Però bisogna scendere a compromessi con i requisiti e si perde il controllo sull'evoluzione del sistema.

1.2.4 Sviluppo incrementale, iterativo ed evolutivo

Questo modello è:

- **Incrementale**: si incrementa il codice man mano che si sviluppa;
- **Iterativo**: si sviluppa il software in cicli (iterazioni);
- **Evolutivo**: si sviluppa il software in modo che possa evolvere a ogni iterazione richiedendo un feedback.

Definizione 1.2.5: Approccio iterativo

Nell'approccio iterativo:

- ⇒ lo sviluppo è organizzato in mini-progetti brevi (le iterazioni);
- ⇒ il risultato di ogni iterazione è un sistema parzialmente funzionante (testato e integrato);
- ⇒ ogni iterazione dura poche settimane^a e comprende le proprie attività di analisi, sviluppo, etc.;
- ⇒ si ottiene un feedback a ogni iterazione.

^aUn'iterazione di lunghezza fissata è detta *timeboxed*.

Note:-

Git supporta lo sviluppo incrementale, iterativo ed evolutivo.

1.3 Sviluppo agile

Definizione 1.3.1: Sviluppo agile

Lo sviluppo *agile* è un insieme di metodi di sviluppo software.

Contesto:

- ⇒ Il software è parte essenziale delle operazioni aziendali;
- ⇒ La rapidità della consegna è un fattore critico;
- ⇒ Spesso non si possono ottenere requisiti stabili;
- ⇒ I requisiti diventano chiari solo dopo che il sistema è stato consegnato e utilizzato;
- ⇒ In successive iterazioni si possono ottenere requisiti più chiari.

1.3.1 I principi dello sviluppo agile

Definizione 1.3.2: Agile Modelling

Lo scopo della modellazione (UML) è principalmente quello di *comprendere* e di agevolare la *comunicazione*, non di documentare.

- ⇒ Adottare un metodo agile non significa evitare del tutto la modellazione;
- ⇒ Non si deve applicare UML per eseguire per intero o per la maggior parte la progettazione software;
- ⇒ Va utilizzato l'approccio più semplice e che comporta il minor dispendio di energie. Esempio: abbozzo di UML su una lavagna;
- ⇒ La modellazione non va fatta da soli ma in coppie o in gruppo;
- ⇒ Solo il codice verificato dimostra il vero progetto, i diagrammi precedenti sono suggerimenti incompleti (usa e getta);
- ⇒ La modellazione per OO dovrebbe essere eseguita dagli stessi sviluppatori che andranno effettivamente a scrivere il codice.

Pratiche innovative:

- ⇒ *Storie utente*: scenari d'uso in cui potrebbe trovarsi un utente. Il cliente lavora a stretto contatto con il team di sviluppo e discute di possibili scenari;
- ⇒ *Refactoring*: il codice va costantemente rifattorizzato per proteggerlo dal deterioramento causato dallo sviluppo incrementale;
- ⇒ *Sviluppo con test iniziali*: lo sviluppo non può procedere finché tutti i test non sono stati superati;
- ⇒ *Programmazione a coppie*: i programmatori lavorano a coppie nella stessa postazione per sviluppare il software.

1.3.2 eXtreme Programming (XP)

Definizione 1.3.3: eXtreme Programming

eXtreme Programming (XP) è un metodo di sviluppo software che si basa su valori e principi di base:

- ⇒ sviluppo incrementale attraverso piccole e frequenti release;
- ⇒ il cliente è parte attiva dello sviluppo;
- ⇒ il progetto è supportato da test, refactoring e integrazione continua;
- ⇒ si punta a mantenere la semplicità.

1.3.3 Scrum

Definizione 1.3.4: Scrum

Scrum offre un framework per organizzare progetti agili e fornire una visibilità esterna su ciò che sta accadendo, ossia si occupa dell'organizzazione del lavoro e della gestione dei progetti.

Scrum è un approccio iterativo e incrementale in cui ciascuna iterazione ha una durata fissata denominata Sprint (non si hanno estensioni).

Sono presenti tre ruoli:

- ⇒ *Product Owner*: rappresenta il cliente, definisce i requisiti e specifica le priorità attraverso il *Product Backlog*⁴;
- ⇒ *Development Team*: le persone che sviluppano il software;
- ⇒ *Scrum Master*: garantisce che il team segua le regole di Scrum.

Gestione agile della progettazione:

- ⇒ Il Development Team seleziona dal Product Backlog un insieme di voci da sviluppare durante quell'iterazione (*Sprint Goal*), compila lo *Sprint Backlog* (ossia i compiti dettagliati per raggiungere il goal);
- ⇒ Il risultato di ciascuno Sprint è un prodotto software funzionante chiamato "incremento di prodotto potenzialmente rilasciabile" (integrato, verificato e documentato);
- ⇒ Nello *Sprint Review* il Product Owner e il Development Team presentano le parti coinvolte dall'incremento, ne fanno la dimostrazione, ottengono un feedback e decidono cosa fare nello Sprint successivo;
- ⇒ Si dà enfasi all'adozione di Team auto-organizzati e auto-gestiti.

⁴Un elenco di voci, funzionalità e requisiti.

Capitolo 2

Unified Process (UP)

2.1 OOA e OOD

Definizione 2.1.1: OOA/D

- **OOA** (Object Oriented Analysis): studio dei requisiti e delle specifiche del sistema;
- **OOD** (Object Oriented Design): progettazione del sistema.

Per studiare OOA/D si utilizza Unified Process, un processo di sviluppo software orientato agli oggetti.

Note:-

UP può essere applicato usando un approccio agile come Scrum o XP.

Corollario 2.1.1 UML

UP utilizza UML come linguaggio di modellazione. UML è un linguaggio di modellazione grafico e testuale per la specifica, la costruzione e la documentazione di sistemi software orientati agli oggetti.

IMPORTANTE: UML non è nato per descrivere software, ma per descrivere concetti^a.

^aSimile a ER, visto nel corso "Basi di dati".

OOD è guidata dalle responsabilità (si vedano i pattern GRASP):

- ⇒ Quali sono gli oggetti? Quali sono le classi?
- ⇒ Cosa deve conoscere un oggetto? Cosa deve saper fare?
- ⇒ Come collaborano gli oggetti?

Definizione 2.1.2: Pattern

I pattern sono euristiche, best practice, che aiutano a codificare principi di soluzioni.

OOD è correlata all'analisi dei requisiti:

- ⇒ *Casi d'uso*;
- ⇒ *Storie utente*.

Esempio 2.1.1 (Gioca una *partita a dadi*)

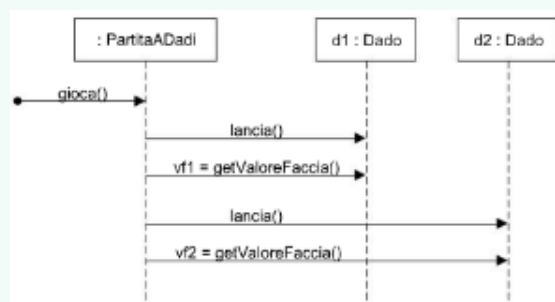
Definizione dei casi d'uso: storie scritte.

Il *Giocatore* chiede di *lanciare* i *dadi*. Il Sistema presenta il *risultato*: se *il valore totale* delle facce dei dadi è sette, il giocatore ha vinto; altrimenti ha perso.

Definizione di un modello di dominio: *i concetti o gli oggetti significativi.*



Assegnare responsabilità agli oggetti e disegnare diagrammi di interazione: *responsabilità e collaborazioni.*



Definizione dei diagrammi delle classi di progetto.



L'analisi dei requisiti e l'OOA/D vanno svolte nel contesto di un processo di sviluppo:

- ⇒ Sviluppo iterativo;
- ⇒ Approccio agile;
- ⇒ Unified Process (UP).

Note:-

ER e UML non sono pienamente adatti a possibili incrementi.

2.1.1 UML

Definizione 2.1.3: UML

UML è un linguaggio *visuale* per la specifica, la costruzione e la documentazione degli elaborati di un sistema software.

UML è uno standard per la notazione di diagrammi per disegnare o rappresentare figure relative al software (specialmente OO).

UML è un *abbozzo* o un *progetto* per aiutare la comprensione nei team di sviluppo. Il termine abbozzo indica che può essere soggetto a correzione, ma se non ci sono feedback a tal proposito deve essere trattato come un dizionario.

Uso di UML:

- ⇒ Punto di vista *concettuale*: modello di dominio, per visualizzare concetti del mondo reale;
- ⇒ Punto di vista *software*: diagramma delle classi di progetto, utilizzata per visualizzare elementi software.

Brevi note storiche:

- ⇒ Anni '60 e '70: nascita dei linguaggi OO (Simula e Smalltalk);
- ⇒ 1988: Bertrand Meyer, "Object-Oriented Software";
- ⇒ 1991: Jim Rumbaugh, "Object-Oriented Modelling and Design" (OOA/D);
- ⇒ 1991, Grady Booch, "Object-Oriented Software Engineering" (OOA/D e Casi d'Uso);
- ⇒ 1994, Rumbaugh e Booch fanno le prime proposte di UML;
- ⇒ Rational Corporation fondata dai "tre amigos" (Jacobson, Booch e Rumbaugh);
- ⇒ 1997 UML 1;
- ⇒ 2004 UML 2 (usato attualmente).

2.2 Unified Process

Definizione 2.2.1: Unified Process

Unified Process è un processo iterativo ed evolutivo (incrementale) per lo sviluppo del software per la costruzione di sistemi orientati agli oggetti. Le iterazioni iniziali sono guidate dal *rischio*, dal *cliente* e dall'*architettura*.

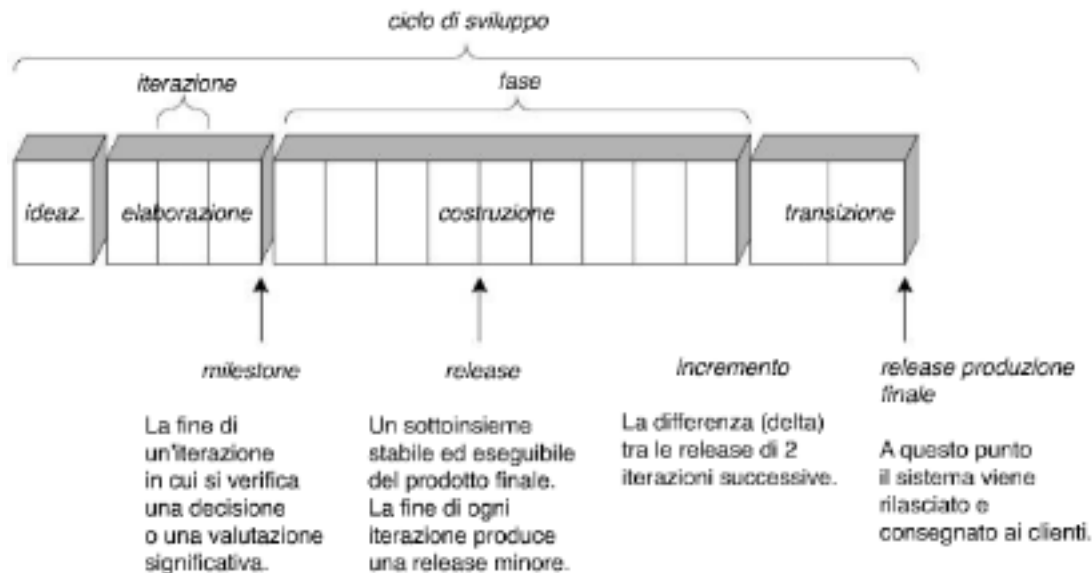
Domanda 2

Cosa c'è in UP?

- ⇒ Un'organizzazione del piano di progetto per fasi sequenziali;
- ⇒ Indicazioni sulle attività da svolgere nell'ambito di discipline e sulle loro inter-relazioni;
- ⇒ Un insieme di ruoli predefiniti;
- ⇒ Un insieme di artefatti da produrre.

Un progetto UP è organizzato in 4 fasi:

- ⇒ **Ideazione** (inception): visione approssimativa, studio economico, portata, stime approssimative di costi e tempi. **Milestone:** *Obiettivi*;
- ⇒ **Elaborazione** (elaboration): visione raffinata, implementazione iterativa del nucleo dell'architettura, risoluzione dei rischi maggiori, identificazione della maggior parte dei requisiti e della portata, stime più realistiche sulle loro inter-relazioni. **Milestone:** *Architetturale*;
- ⇒ **Costruzione** (construction): implementazione iterativa degli elementi rimanenti, più facili e a rischio minore, preparazione al rilascio. **Milestone:** *Capacità operativa*;
- ⇒ **Transizione** (transition): beta test, rilascio. **Milestone:** *Rilascio prodotto*.



Note:-

- ⇒ L'Ideazione non è una fase di requisiti, ma di fattibilità;
- ⇒ L'Elaborazione non è una fase di requisiti o di progettazione, ma una fase in cui si implementa in modo iterativo l'architettura del sistema e vengono ridotti i rischi maggiori.

2.2.1 Le discipline

Definizione 2.2.2: Discipline

Una disciplina è un insieme di attività e dei relativi *elaborati* in una determinata area, come le attività relative all'analisi dei requisiti.

Corollario 2.2.1 Elaborato

Un elaborato (artefatto o work product) è il termine generico che indica un qualsiasi prodotto di lavoro: codice, schemi di basi di dati, documenti di testo, diagrammi, modelli, etc.

Discipline ingegneristiche di UP:

- ⇒ **Modellazione del business**: attività che modellano il dominio del problema e il suo ambito;
- ⇒ **Requisiti**: attività di raccolta dei requisiti;
- ⇒ **Progettazione** (analysis and design): attività di analisi dei requisiti e progetto architetturale;

- ⇒ *Implementazione*: attività di progetto dettagliato e codifica del sistema, test sui componenti;
- ⇒ *Test*: attività di controllo di qualità, test di integrazione e di sistema;
- ⇒ *Rilascio*: attività di consegna e messa in opera.

Discipline di supporto di UP:

- ⇒ *Gestione delle configurazioni e del cambiamento*: attività di manutenzione durante il progetto;
- ⇒ *Gestione progetto*: attività di pianificazione e governo del progetto;
- ⇒ *Infrastruttura* (environment): attività che supportano il team di progetto, riguardo ai processi e strumenti utilizzati.

Note:-

Nonostante le fasi siano *sequenziali*, le discipline non lo sono (perchè si eseguono in ogni iterazione). Il numero di iterazioni dipende dal Project Manager.

Uso di UML in UP:

- ⇒ UP usa solo UML come linguaggio di modellazione;
- ⇒ I diagrammi UML si usano con variabilità, bisogna *personalizzare* UP;
- ⇒ I diagrammi si usano in UP seguendo le iterazioni e gli incrementi;
- ⇒ UP dice *quando* usare un diagramma;
- ⇒ In UP quasi tutto è *opzionale* eccetto che lo sviluppo iterativo e guidato dal rischio, la verifica continua della qualità e il codice;
- ⇒ La scelta delle pratiche e degli artefatti UP si riassume in un documento (*scenario di sviluppo*).

2.2.2 Che cosa sono i requisiti?

Definizione 2.2.3: Requisito

Un requisito è una *capacità* o una condizione a cui il sistema deve essere *conforme*.

Corollario 2.2.2 Sorgenti dei requisiti

I requisiti derivano da richieste degli utenti del sistema per risolvere dei problemi e raggiungere degli obiettivi. Possono essere:

- ⇒ *Requisiti funzionali*: descrivono il comportamento del sistema in termini di funzionalità offerte;
- ⇒ *Requisiti non funzionali*: le proprietà del sistema nel suo complesso (sicurezza, prestazioni, etc.).

Note:-

In UP bisogna gestire i requisiti: si utilizza un approccio sistematico per trovare, documentare, organizzare e tracciare i requisiti che cambiano di un sistema. Si inizia a programmare quando sono stati specificati il 10% o il 20% dei requisiti significativi.

Acquisizione sistematica dei requisiti:

- ⇒ Scrivere i Casi d'Uso con i clienti;
- ⇒ Workshop dei requisiti con sviluppatori e clienti;
- ⇒ Gruppi di lavoro con rappresentanti dei clienti;
- ⇒ Dimostrazione ai clienti dei risultati di ciascuna iterazione, per favorire un feedback.

Modello FURPS+:

- ⇒ *Funzionali* (F): requisiti funzionali e di sicurezza;
- ⇒ *Usabilità* (U): facilità d'uso del sistema;
- ⇒ *Affidabilità* (R - Reliability): disponibilità del sistema, capacità di tollerare guasti o di essere ripristinato;
- ⇒ *Prestazioni* (P): tempi di risposta, throughput, capacità e uso delle risorse;
- ⇒ *Sostenibilità* (S): facilità di modifica per riparazioni e miglioramenti, adattabilità, manutenibilità, localizzazione, configurazione, compatibilità;
- ⇒ *+*: vincoli di progetto, interoperabilità, operazionali, fisici, legali, etc.

Elaborati:

- ⇒ *Modello dei Casi d'Uso*: scenari tipi dell'utilizzo di un sistema;
- ⇒ *Specifiche supplementari*: ciò che non rientra nei Casi d'Uso, requisiti non funzionali o funzionali non esprimibili attraverso i Casi d'Uso;
- ⇒ *Glossario*: termini significativi, dizionario dei dati;
- ⇒ *Visione*: riassume i requisiti di alto livello, un documento sintetico per apprendere rapidamente le idee principali del progetto;
- ⇒ *Regole di Business*: regole di dominio, i requisiti o le politiche che trascendono un unico progetto software e a cui un sistema deve conformarsi.

2.3 Ideazione

Domanda 3

Che cos'è l'ideazione?

Risposta: l'ideazione permette di stabilire una visione completa e la portata del progetto (*studio di fattibilità*).

Durante l'ideazione:

- ⇒ Si analizzano il 10% dei Casi d'Uso;
- ⇒ Si analizzano i requisiti non funzionali più importanti;
- ⇒ Si realizza una stima dei costi;
- ⇒ Si prepara l'ambiente di sviluppo;
- ⇒ *Durata*: breve.

Note:-

Lo scopo dell'Ideazione non è di raccogliere tutti i requisiti, né di generare una stima o un piano di progetto affidabile. Durante l'ideazione si cerca di capire se il progetto è fattibile e se ha senso.

Elaborato	Commento
Visione e studio economico	Descrive obiettivi e vincoli di alto livello, fornisce un sommario del progetto.
Modello dei Casi d'Uso	Descrive i requisiti funzionali del sistema. Vengono identificati i nomi della maggior parte dei Casi d'Uso.
Specifiche supplementari	Descrive i requisiti non funzionali e i requisiti funzionali non esprimibili attraverso i Casi d'Uso.
Glossario	Definisce i termini significativi del dominio.
Lista dei Rischi e Piano di Gestione dei Rischi	Identifica i rischi principali e come affrontarli.
Prototipi e proof of concept	Dimostrano la fattibilità tecnica e la comprensione dei requisiti.
Piano dell'Iterazione	Fornisce una descrizione di cosa fare nella prima iterazione dell'elaborazione.
Piano delle Fasi e Piano di Sviluppo del Software	Ipotesi (poco precise) riguardo la fase di elaborazione.
Scenario di Sviluppo	Descrive le pratiche e gli artefatti UP da usare.

2.3.1 Artefatti nell'Ideazione

Domanda 4

La documentazione non è troppa?

Risposta: lo scopo della documentazione non è nel documento in sè, ma nel pensare:

- ⇒ gli artefatti sono quelli che aggiungono valore;
- ⇒ sono parzialmente completati;
- ⇒ sono preliminari e approssimativi.

Note:-

Nessun documento è definitivo.

Definizione 2.3.1: Specifiche supplementari

Le *specifiche supplementari* raccolgono altri requisiti, informazioni e vincoli che non sono espressi nei Casi d'Uso o nel Glossario. Si deve mettere anche la cronologia delle versioni.

2.3.2 Tipologie di documenti

Definizione 2.3.2: Visione

Il documento *Visione* riassume alcune informazioni contenute nel modello dei Casi d'Uso e nelle Specifiche supplementari. Inoltre descrive brevemente il progetto ai partecipanti per stabilire una visione comune.

- ⇒ Obiettivi e problemi fondamentali ad alto livello^a;
- ⇒ Riepilogo delle caratteristiche di sistema.

^aSoprattutto per i requisiti non funzionali

Note:-

Spesso è utile iniziare da un Glossario.

Definizione 2.3.3: Glossario e dizionario dei dati

Il *Glossario* è un documento che definisce i termini significativi del dominio e le relazioni tra di essi. Si devono eliminare eventuali discrepanze per ridurre problemi di comunicazione e di ambiguità. In UP il Glossario svolge anche il ruolo di *dizionario dei dati*: un documento di dati che si riferiscono ad altri dati^a, per esempio le regole di validazione.

^aMetadati.

Corollario 2.3.1 Regole di dominio

Le *regole di dominio* (o regole di Business^a) stabiliscono come può funzionare un dominio o un business.

^aViste in "Basi di dati".

2.4 Casi d'Uso

2.4.1 Disciplina dei requisiti

Definizione 2.4.1: Disciplina dei requisiti

La *disciplina dei requisiti* è il processo per scoprire cosa deve essere costruito e orientare lo sviluppo verso il sistema corretto.

Corollario 2.4.1 Requisiti di sistema

I requisiti di sistema sono le capacità e le condizioni a cui il sistema deve essere conforme.

Note:-

I requisiti di sistema sono scritti nel "linguaggio del cliente".

Passi principali:

- ⇒ Produrre una *lista dei requisiti potenziali* (candidati);
- ⇒ Capire il *contesto* del sistema;
- ⇒ Catturare i *requisiti funzionali* (di comportamento);
- ⇒ Catturare i *requisiti non funzionali*.

Ogni requisito è caratterizzato da:

- ⇒ *Breve descrizione*;
- ⇒ *Stato* (proposto, approvato, incorporato, validato);
- ⇒ *Costi di implementazione stimati*;
- ⇒ *Priorità*;
- ⇒ *Rischio associato per la sua implementazione*.

Definizione 2.4.2: Lista dei requisiti

La *lista dei requisiti* è usata per stimare la taglia del progetto e per decidere come suddividere il lavoro in sequenze di iterazioni.

2.4.2 Capire il contesto del sistema e catturare i requisiti

Ci sono due modi per capire il contesto del sistema:

- ⇒ *Modello di dominio*: descrive i concetti significativi del sistema come oggetti del dominio e relaziona i concetti con associazioni (usa UML);
- ⇒ *Modello di business*: un super-insieme del modello di dominio, descrive i processi di business. È un prodotto dell'ingegneria del business e ha lo scopo di migliorare i processi di business.

Note:-

Il contesto del sistema è catturato dal *diagramma UML dei Casi d'Uso*.

Catturare i requisiti funzionali:

- ⇒ In UP vengono usati i Casi d'Uso;
- ⇒ Un Caso d'Uso rappresenta un possibile utilizzo del sistema da parte di un utente;
- ⇒ Sono descrizioni testuali.

Catturare i requisiti non funzionali:

- ⇒ Si utilizzano le Specifiche supplementari;
- ⇒ Possono anche essere catturati nei Casi d'Uso.

2.4.3 Casi d'Uso e UP

UP è una metodologia "*use-case driven*":

- ⇒ I Casi d'Uso si usano per pianificare le iterazioni;
- ⇒ L'analisi e la progettazione si basano sui Casi d'Uso;
- ⇒ I Casi d'Uso sono usati per definire i test;
- ⇒ I Casi d'Uso influiscono nella redazione dei manuali utente e della Visione;
- ⇒ *Attori*: qualcosa o qualcuno dotato di *comportamento*;
- ⇒ *Scenario* (istanza di Caso d'Uso): *sequenza specifica di azioni e interazioni* tra il sistema e alcuni attori. Descrive una particolare storia;
- ⇒ *Caso d'Uso*: *insieme di scenari* che descrivono un attore che usa il sistema per *raggiungere un obiettivo specifico*.

Note:-

I Casi d'Uso possono essere di successo o di fallimento.

ATTENZIONE: sono documenti di testo, non diagrammi.

Esempio 2.4.1 (Caso d'Uso: breve descrizione)

Gestisci Restituzione (Handle Returns)

Scenario principale di successo: Un cliente arriva alla cassa con alcuni articoli da restituire. Il cassiere utilizza il sistema POS per registrare ciascun articolo restituito...

Scenari alternativi:

Se il cliente aveva pagato con carta di credito, e l'operazione di rimborso sulla relativa carta di credito è stata respinta, allora il cliente viene informato e viene rimborsato in contanti.

Se il codice identificativo dell'articolo non viene trovato nel sistema, il sistema avvisa il cassiere e suggerisce l'inserimento manuale del codice (può darsi che sia danneggiato).

Se il sistema rileva un fallimento nella comunicazione con il sistema esterno di gestione della contabilità, ...

Definizione 2.4.3: Modello dei Casi d'Uso

Il *modello dei Casi d'Uso* è un modello delle funzionalità del sistema. Include un diagramma UML dei Casi d'Uso che funge da *modello di contesto* del sistema e da *indice dei nomi* di Caso d'Uso.

Note:-

I Casi d'Uso sono utili per rappresentare i requisiti come OOA/D.

I Casi d'Uso definiscono i *contratti* (vedi sezione 2.8) in relazione al comportamento del sistema.

L'enfasi è posta sull'utente:

- ⇒ Chi utilizza il sistema?
- ⇒ Quali sono i loro Scenari d'Uso tipici?
- ⇒ Quali sono i loro obiettivi?
- ⇒ Non sono caratteristiche del sistema (il "come" si vedrà nella progettazione).

2.4.4 Attori e tipi di attori

Definizione 2.4.4: Attore

Un *attore* è qualcosa o qualcuno dotato di comportamento.

Note:-

Il sistema stesso è considerato un attore.

Gli attori sono *ruoli* svolti da persone, organizzazioni, software e macchine:

- ⇒ *Attore primario*:
 - Raggiunge gli obiettivi utente utilizzando il sistema;
 - Utile per trovare gli obiettivi utente.
- ⇒ *Attore di supporto*:
 - Offre un servizio al sistema;
 - Utile per chiarire le interfacce esterne e i protocolli.

⇒ *Fuori scena*:

- Ha un interesse nel comportamento del Caso d'Uso;
- Utile per garantire che tutti gli interessi necessari vengano soddisfatti.

2.4.5 Formato di un Caso d'Uso

Un Caso d'Uso può avere tre formati distinti:

- ⇒ *Breve*: un paragrafo, relativo allo scenario principale di successo. Serve a capire rapidamente l'*argomento* e la *portata*;
- ⇒ *Informale*: più paragrafi, scritti in modo informale, relativi a vari scenari. Si ha un maggior livello di dettaglio;
- ⇒ *Dettagliato*: tutti i passi e le variazioni sono scritti in dettaglio, include *pre-condizioni* e *garanzie di successo*. Si scrivono a partire da un formato breve o informale.

Note:-

Durante l'Ideazione il 10% dei Casi d'Uso è riportato in formato dettagliato utilizzando appositi *template*

Sezione del Caso d'Uso	Commento
Nome del Caso d'Uso	Inizia con un verbo.
Portata	Il sistema che si sta progettando.
Livello	"Obiettivo utente" o "sottofunzione".
Attore primario	Usa direttamente il sistema; gli chiede di fornire i suoi servizi per raggiungere un obiettivo.
Parti interessate e interessi	Chiunque abbia un interesse nel comportamento del Caso d'Uso e che cosa desidera.
Pre-condizioni	Stato del sistema prima che il Caso d'Uso inizi. Ciò che vale la pena di dire al lettore.
Garanzia di successo	Che cosa deve essere vero se il Caso d'Uso viene completato con successo. Ciò che vale la pena di dire al lettore.
Scenario principale di successo	Uno scenario comune di attraversamento del Caso d'Uso, di successo e incondizionato.
Estensioni	Scenari alternativi, di successo o di fallimento.
Requisiti speciali	Requisiti non funzionali correlati.
Elenco delle varianti tecnologiche e dei dati	Varianti dei metodi di I/O e nel formato dei dati.
Frequenza di ripetizione	Quanto spesso si prevede che il Caso d'Uso venga eseguito.
Varie	Altri aspetti.

2.4.6 Come scrivere un Caso d'Uso

Sezioni del Caso d'Uso:

- ⇒ *Portata*: descrive i confini del sistema;
- ⇒ *Livello*: "obiettivo utente" o "sottofunzione";
- ⇒ *Attore finale, attore primario*: l'attore finale è l'attore che vuole raggiungere un obiettivo e questo richiede l'esecuzione dei servizi del sistema. L'attore primario è l'attore che usa direttamente il sistema. Spesso coincidono;
- ⇒ *Parti interessate*: chiunque abbia un interesse nel comportamento del Caso d'Uso;
- ⇒ *Pre-condizioni*: lo stato del sistema prima che il Caso d'Uso inizi. Non vengono verificate all'interno del Caso d'Uso;

⇒ *Garanzie di successo* (post-condizioni): ciò che deve essere vero se il Caso d'Uso viene completato con successo.

Caratteristiche:

- ⇒ Lo scenario principale viene anche chiamato "*percorso felice*", "flusso di base" o "flusso tipico";
- ⇒ Lo scenario principale è costituito da una sequenza di passi, che può contenere passi da ripetere, ma che non comprende nessuna diramazione¹;
- ⇒ La gestione del comportamento condizionale e delle alternative viene descritta nelle "*estensioni*".

I passi possono essere di 3 tipi:

- ⇒ *Un'interazione tra attori*:
 - Un attore chiede qualcosa al sistema o inserisce dei dati;
 - Il sistema interagisce con l'attore, rispondendo o comunicando dei dati;
 - Il sistema interagisce con altri sistemi.
- ⇒ *Un cambiamento di stato da parte del sistema*;
- ⇒ *Una validazione*: normalmente fatta dal sistema.

Note:-

Il primo passo indica l'evento *trigger* che scatena l'esecuzione dello scenario.

Estensioni:

- ⇒ Descrivono tutti gli altri scenari;
- ⇒ Sono descritte per differenza rispetto allo scenario principale;
- ⇒ Vengono indicate con riferimento a un passo dello scenario principale;
- ⇒ Sono composte da:
 - *Condizione*: che scatena l'estensione;
 - *Gestione*: come viene gestita l'estensione. Può essere di un unico passo o di più passi.

Note:-

Le condizioni vanno scritte, se possibile, come qualcosa che può essere rilevato da un attore.

Corollario 2.4.2 Utilizzo delle estensioni

- ⇒ L'attore vuole che l'esecuzione principale del Caso d'Uso proceda in modo diverso da quanto previsto nel percorso felice;
- ⇒ Il Caso d'Uso deve procedere diversamente da quanto previsto ed è il sistema che se ne accorge (durante un'azione o una validazione);
- ⇒ Un passo dello scenario principale descrive un'azione generica o astratta, mentre le estensioni descrivono azioni specifiche o concrete.

¹Non è un algoritmo.

Notazione:

⇒ Si può utilizzare il formato a due colonne. Questo enfatizza la *conversazione* tra gli attori e il sistema².

Caso d'uso UC1: Elabora Vendita

Preambolo:

... come sopra ...

Scenario principale di successo:

- Azione (o intenzione) dell'Attore
1. Il Cliente arriva alla cassa POS con gli articoli e/o i servizi da acquistare.
 2. Il Cassiere inizia una nuova vendita.
 3. Il Cassiere inserisce il codice identificativo di un articolo.

Il Cassiere ripete i passi 3-4 fino a che non indica che ha terminato.

6. Il Cassiere riferisce il totale al Cliente, e richiede il pagamento.
7. Il Cliente paga.

11. Il Cliente va via con la ricevuta e gli articoli acquistati.

Responsabilità del Sistema

4. Il Sistema registra la riga di vendita per l'articolo e mostra la descrizione dell'articolo, il suo prezzo, il totale parziale. Il prezzo è calcolato in base a un insieme di regole di prezzo.

5. Il Sistema mostra il totale con le imposte calcolate.

8. Il Sistema gestisce il pagamento.
9. Il Sistema registra la vendita completata e invia informazioni sulla vendita e sul pagamento ai sistemi esterni di Contabilità (per la contabilità e le commissioni) e di Inventario (per l'aggiornamento dell'inventario).
10. Il Sistema genera la ricevuta.

Scenario principale di successo

#	Attore	Sistema
1	Decide di creare un nuovo menù	
2	Specifica un titolo per il menù.	Mostra i dettagli (titolo) del menù creato
3	Definisce una sezione del menù assegnandole un nome.	Mostra la sezione con il suo nome
4	Inserisce una voce nel menù associandola ad una ricetta del ricettario. La voce può avere un testo suo o corrispondere al nome della ricetta.	Registra la nuova voce di menù e mostra la sezione aggiornata
	Ripete il passo 4 finché non ha completato la sezione.	
	Se vuole lavorare su un'altra sezione torna al passo 3.	
5	Indica che il menù è a suo avviso completo e quindi utilizzabile.	Segnala che il menù è ora completo.
6	Conclude il lavoro su questo <u>menù</u> .	

(a) Rappresentazione come conversazione

(b) Relativa tabella

⇒ Le estensioni vanno indicate con riferimento al passo dello scenario principale.

Estensione 1a: lavora su un menu esistente

#	Attore	Sistema
1a.1	Sceglie di lavorare su un menù precedentemente creato.	Mostra i dettagli (titolo, sezioni, voci) del menù scelto
	Prosegue con il passo 3 dello scenario principale	

Estensione 3a: lavora su una sezione esistente

#	Attore	Sistema
3a.1	Sceglie una sezione precedentemente creata.	Mostra la sezione con il suo nome e le voci contenute
	Prosegue con il passo 4 dello scenario principale	

Estensione 1b: crea un menu come copia di un altro

#	Attore	Sistema
1b.1	Crea una copia di un <u>menù</u> esistente	Mostra i dettagli (titolo, sezioni, voci) del menù scelto. Il titolo è "Copia di [titolo dell'originale]"
	Prosegue con il passo 3 dello scenario principale	

Estensione 3b: elimina una sezione esistente

#	Attore	Sistema
3b.1	Elimina una sezione precedentemente creata.	Mostra il menù aggiornato (senza la sezione eliminata). Se sono state eliminate tutte le sezioni e il menù era indicato come completo, segnala che non lo è più.
	Se vuole lavorare su un'altra sezione torna al passo 3 se no prosegue con il passo 5.	

(a) Estensione del punto 1

(b) Estensione del punto 3

⇒ Ci possono essere alternative che possono occorrere in più passi.

Estensione (3-4)a: modifica il titolo del menù

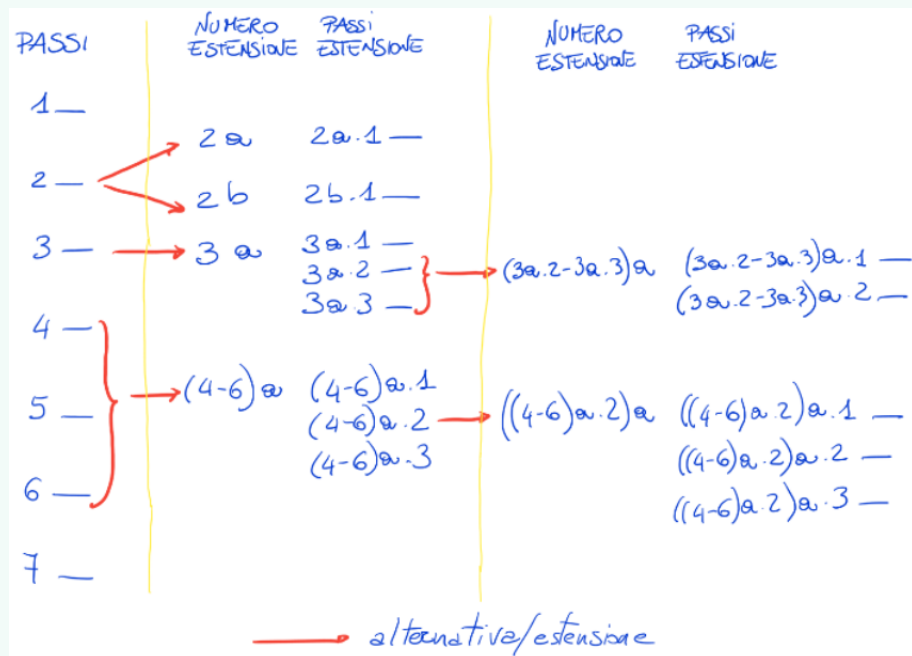
#	Attore	Sistema
(3-4)a.1	Specifica un nuovo titolo per il menù.	Mostra i dettagli del <u>menù</u> aggiornati (con il nuovo titolo)

Estensione (3-5)a: conclude anticipatamente

#	Attore	Sistema
	Va al passo 6 dello scenario principale	

²È il formato scelto per il laboratorio del corso.

Esempio 2.4.2 (Passi ed estensioni)



Note:-

Lo stile deve essere *essenziale* e *coinciso*. Si ignora l'interfaccia utente, ci si concentra sull'Obiettivo Utente.

Definizione 2.4.5: Stile essenziale

La narrativa è espressa a livello di *intenzioni* e *responsabilità*, non con riferimento ad azioni concrete. Le intenzioni e le responsabilità devono rimanere indipendenti dai dettagli tecnologici e dagli attori.

Esempio 2.4.3 (Stile)

- ✓ L'Amministratore si identifica.
- ✓ Il Sistema autentica l'identità.
- ✗ L'Amministratore inserisce ID e password nella finestra di dialogo.
- ✗ Il sistema autentica l'Amministratore.
- ✗ Il sistema visualizza la finestra "edit users".

Note:-

Durante l'analisi dei requisiti bisogna specificare il comportamento esterno del Sistema, considerato a "scatola nera". Non bisogna prendere decisioni sul "come".

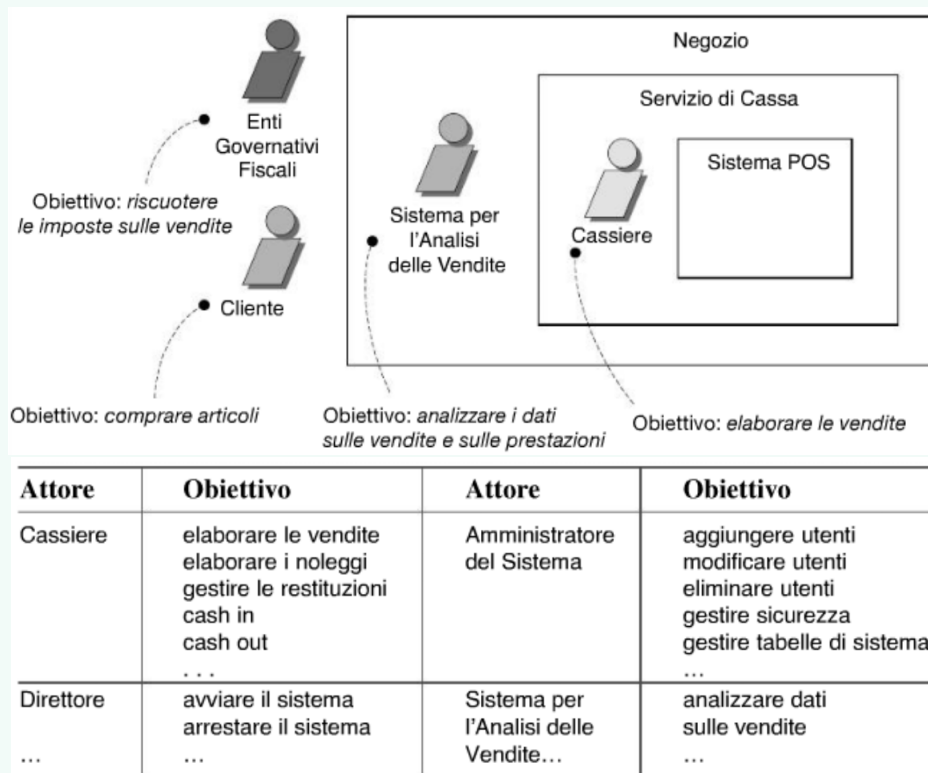
- ✗ Il Sistema memorizza la vendita in una base di dati.
- ✗ Il Sistema esegue un'istruzione SQL INSERT per la vendita.

2.4.7 Trovare i Casi d'Uso

1. Scegliere i confini del Sistema;
2. Identificare gli attori primari;

3. Identificare gli obiettivi di ciascun attore primario;
4. Definire i Casi d'Uso che soddisfano gli obiettivi degli utenti.

Esempio 2.4.4 (Identificare gli attori primari)



Domanda 5

Qual è un livello utile per esprimere i Casi d'Uso nell'analisi dei requisiti di un'applicazione software?

- ⇒ Il test del **capo**: il capo sarà felice?
- ⇒ Il test **EBP** (Elementary Business Process): un processo di Business è un'attività che aggiunge un valore;
- ⇒ Il test della **dimensione**: un Caso d'Uso raramente richiede una singola azione o passo. Normalmente, nella forma dettagliata, richiede dalle 3 alle 10 pagine.

Esempio 2.4.5 (Verificare l'utilità dei Casi d'Uso)

- ✗ Negoziare un contratto con un fornitore.
⇒ Troppo grande.
- ✓ Gestire una restituzione.
⇒ D'accordo con il capo, simile a EBP, dimensioni adeguate.
- ✗ Effettuare il login.
⇒ Il capo non è contento se ci si limita a fare solo quello tutta la giornata.
- ✗ Spostare una pedina sul tabellone da gioco.
⇒ Passo singolo, non supera il test della dimensione.

2.4.8 Livello dei Casi d'Uso

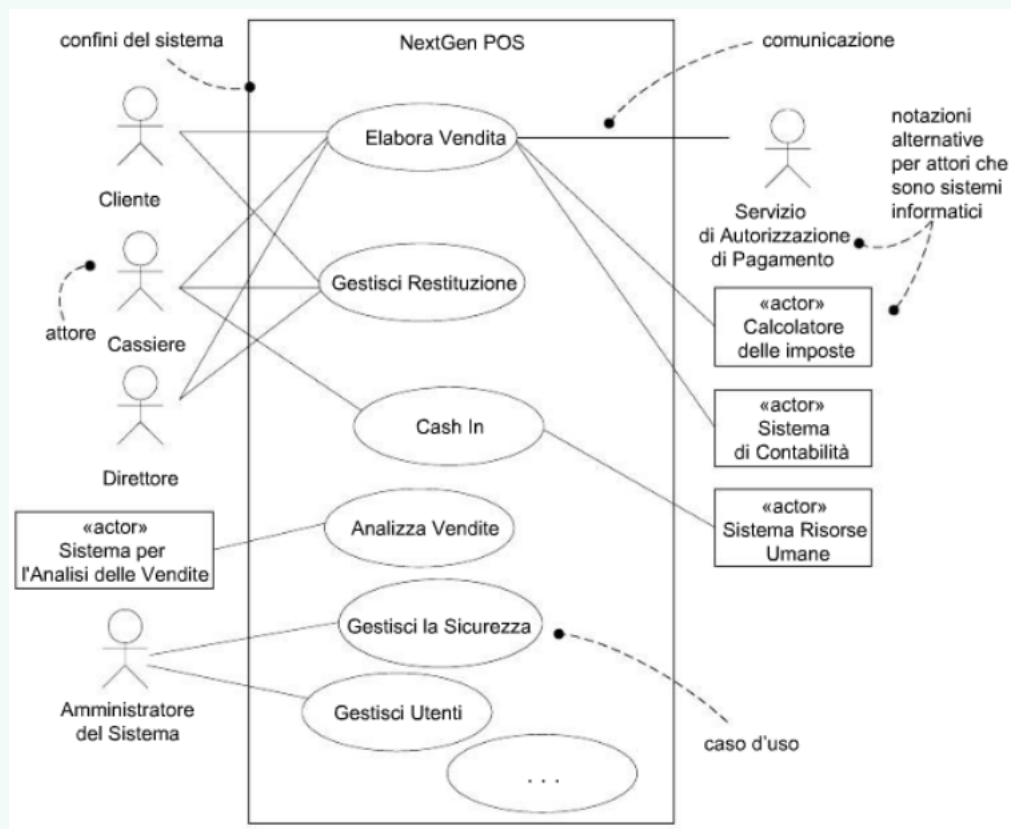
Definizione 2.4.6: Livello di obiettivo utente

Nell'analisi dei requisiti è utile concentrarsi sui casi utente EBP.

Definizione 2.4.7: Livello di sotto-funzione

Rappresenta una funzionalità nell'uso del sistema. Utile per mettere a fattor comune sequenze di passi condivise da più Casi d'Uso, evitando duplicazione di testo.

Esempio 2.4.6 (Diagramma dei Casi d'Uso (UCD))



2.5 Elaborazione

Definizione 2.5.1: Elaborazione

L'elaborazione è la serie iniziale di iterazioni durante le quali il team esegue un'indagine seria, implementa il nucleo dell'architettura, chiarisce la maggior parte dei requisiti e affronta le problematiche più rischiose.

Note:-

Durante questa fase vengono creati prototipi "usa e getta" ma codice e progettazione sono parti di qualità-produzione del sistema finale.

2.5.1 Pianificazione dell'iterazione successiva

I requisiti e le iterazioni sono organizzate in base a:

- ⇒ **Rischio**: tecnico, incertezza dello sforzo, usabilità;
- ⇒ **Copertura**: le iterazioni iniziali devono coprire tutte le parti principali del sistema;
- ⇒ **Criticità**: le funzioni che il cliente ritiene più importanti.

Note:-

La classifica viene stilata prima dell'iterazione 1, poi prima dell'iterazione 2 e così via. La lista non è definitiva.

Voto	Requisito (Caso d'uso o Caratteristica)	Commento
Alto	Elabora Vendita Logging ...	Ottiene voti alti per tutti i criteri. Pervasivo. Difficile da aggiungere in un secondo momento. ...
Medio	Gestire utenti ...	Influisce sul sottodominio di sicurezza. ...
Basso

Definizione 2.5.2: Iterazione 1

Nell'iterazione 1 si implementa un sottoinsieme dei requisiti o dei Casi d'Uso completi.

2.5.2 Artefatti dell'Elaborazione

Elaborato	Commento
Modello di Dominio	È una visualizzazione dei concetti del dominio, simile a un modello statico delle informazioni delle entità del dominio.
Modello di Progetto	È l'insieme dei diagrammi che descrivono la progettazione logica. Comprende diagrammi delle classi software, diagrammi di interazione degli oggetti, diagrammi dei package e così via.
Documento dell'Architettura Software	Un aiuto per l'apprendimento che riassume gli aspetti principali dell'architettura e la loro risoluzione nel progetto. È un riepilogo delle idee di progettazione più significative all'interno del sistema e delle loro motivazioni.
Modello dei Dati	Comprende gli schemi della base di dati e le strategie di mapping tra la rappresentazione a oggetti e la base di dati.
Storyboard dei casi d'uso, Prototipi UI	Una descrizione dell'interfaccia utente, della navigazione, dei modelli di usabilità e così via.

2.6 Modello di Dominio

2.7 Diagrammi di sequenza del sistema (DSS)

2.8 Contratti

Capitolo 3

Architettura del software

3.1 Architettura logica e organizzazione in layer

Capitolo 4

Diagrammi di interazione e di classe UML

4.1 Modellazione dinamica e statica con UML

Capitolo 5

Pattern GRASP

5.1 General Responsibility Assignment Software Patterns

5.2 La Progettazione con i pattern GRASP

Capitolo 6

Pattern GoF

6.1 Design Pattern GoF

6.2 GoF in Java

Capitolo 7

Dal progetto al codice