

Università degli Studi di Padova

Ingegneria dei requisiti



Anno accademico 2007/8
Ingegneria del Software mod. A
Tullio Vardanega, tullio.vardanega@math.unipd.it

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 1/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Definizioni – 1

- **Requisito secondo il glossario IEEE**
 1. Una condizione o una capacità necessaria a un utente per risolvere un problema [..]
 2. Una condizione (una capacità) che deve essere soddisfatta (posseduta) [..] da un sistema [..] per soddisfare un contratto [..]
 3. La descrizione di una condizione o una capacità come in 1 o 2

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 2/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Definizioni – 2

- **Verifica**
 - Intende accertare che l'esecuzione di un dato processo non abbia introdotto errori
 - *Did I build the system right?*
 - È principalmente rivolta al processo, ma applica anche ai prodotti di processi intermedi
- **Validazione**
 - Intende accertare che l'uscita dell'insieme di processi eseguiti sia il prodotto atteso
 - *Did I build the right system?*

Qualifica

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 3/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Ingegneria dei requisiti – 1

- **Parte fondamentale dell'ingegneria di sistema**
 - Richiede competenze specifiche
- **L'insieme di attività necessarie per il trattamento sistematico dei requisiti**
 - Non un processo a se stante secondo ISO/IEC
 - Parte integrante del processo di sviluppo
- **I requisiti *software* sono uno dei prodotti di tali attività**
- **Le attività riguardano prima di tutto il sistema del quale il *software* è parte**

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 4/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Ingegneria dei requisiti – 2

- **Conviene vederne le attività come un "processo" a ciclo PDCA**
 - **Da formalizzare e pianificare**
 - Modello di processo, piano delle attività
 - **Da eseguire e gestire**
 - Responsabilità primarie, organizzative, di supporto
 - **Da verificare e migliorare**
 - A livello di efficienza di processo e di qualità di prodotto
- **Richiede competenze di ingegneria di processo**

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 5/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Ingegneria dei requisiti – 3

- **Attività e competenze richieste**
 - **Analisi dei requisiti**
 - Analisi delle fonti, classificazione, modellazione concettuale, decomposizione del sistema, allocazione, negoziazione
 - **Verifica e validazione**
 - Tramite revisione interna e/o esterna, prototipazione, analisi del modello concettuale
 - **Produzione (dei documenti di specifica)**
 - Studio di Fattibilità, Analisi dei Requisiti, Specifica Tecnica
 - **Gestione e manutenzione dei prodotti**
 - Tracciamento delle attribuzioni, gestione dei cambiamenti

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 6/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Attività chiave

- ❑ **Analisi dei bisogni**
 - Analisi e specifica dei requisiti
- ❑ **Partizionamento del sistema in componenti**
 - Progettazione architeturale ad alto livello
- ❑ **Attribuzione dei requisiti ai componenti**

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 7/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Tipi di sistema

- ❑ **Technical computer-based systems [T]**
 - Systems that include hardware and software but where the operators and operational processes are not normally considered to be part of the system
 - The system is not self-aware
- ❑ **Socio-technical systems [ST]**
 - Systems that include technical systems but also operational processes and people who use and interact with the technical system
 - Socio-technical systems are governed by organisational policies and rules

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 8/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Caratteristiche dei sistemi [ST]

- ❑ **Emergent properties**
 - Properties of the system of a whole that depend on the system components and their relationships
- ❑ **Non-deterministic**
 - They do not always produce the same output when presented with the same input because the system behaviour is partially dependent on human operators
- ❑ **Complex relationships with organisational objectives**
 - The extent to which the system supports organisational objectives does not just depend on the system itself

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 9/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Proprietà emergenti

- ❑ **Properties of the system as a whole**
 - Rather than derived from the properties of components of a system
 - Esempio: volume, sicurezza (dipendono dall'insieme dei componenti), utilizzabilità (dipende anche dalle capacità degli operatori)
- ❑ **Consequence of the relationships between system components**
- ❑ **Can only be assessed and measured once the components have been integrated into a system**

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 10/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Prodotti dell'analisi dei requisiti

- ❑ **Analisi dei bisogni**
 - **Definizione dei requisiti a livello sistema**
 - Capitolato d'appalto (responsabilità del cliente)
 - A livello sistema i bisogni del cliente sono visti come requisiti contrattuali
 - **Specifica dei requisiti software**
 - Studio di Fattibilità (da qui in poi responsabilità del fornitore)
 - Analisi dei Requisiti
- ❑ **Ripartizione e attribuzione**
 - Architettura logica del sistema software con componenti caratterizzati
 - Specifica Tecnica

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 11/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Relazione con ciclo di vita di sistema

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 12/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Ripartizione e attribuzione

```
graph TD; A[Partition requirements] --> B[Identify sub-systems]; B --> C[Assign requirements to sub-systems]; C --> D[Specify sub-system functionality]; D --> E[Define sub-system interfaces];
```

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 13/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi

- Studiare e definire il problema da risolvere**
 - Identificare il prodotto da commissionare
 - Capire cosa deve essere realizzato
 - Definire completamente gli accordi committente/fornitore
- Verificare le implicazioni economiche e sulla qualità del prodotto**
 - La soddisfazione del committente è relativa ai requisiti
 - I requisiti possono essere sia espliciti che impliciti

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 14/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Implicazioni economiche e di qualità

- Cause di abbandono (Standish Group 1995)**
 - Requisiti incompleti
 - Insufficiente coinvolgimento del cliente (e/o dell'utente)
 - Scarsità di risorse
 - Attese irrealistiche
 - Volatilità di specifiche e requisiti
 - Insufficiente competenza tecnologica e/o metodologica presso il fornitore

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 15/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 1

- Distinguere tra attributi di prodotto e attributi di processo**
 - **Gli attributi di prodotto definiscono le caratteristiche richieste al sistema da sviluppare**
 - Esempio: specifica di una funzione da calcolare
 - Rispondono alla domanda: **cosa?**
 - **Gli attributi di processo pongono vincoli sulla conduzione e sulle uscite delle attività previste dal processo**
 - Esempio: imposizione di una particolare tecnologia di sviluppo (un linguaggio, uno strumento); adozione di uno standard di programmazione
 - Rispondono alla domanda: **come?**

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 16/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 2

- Gli attributi di prodotto esprimono**
 - **Requisiti funzionali**
 - Determinano le capacità di calcolo richieste al sistema (*capabilities*)
- Gli attributi di processo esprimono**
 - **Requisiti non funzionali**
 - Riducono i gradi di libertà disponibili nella definizione della soluzione
 - Per esempio le caratteristiche di qualità richieste al prodotto

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 17/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 3

- I requisiti devono essere verificabili**
 - **Chi impone un requisito deve sapere come accertarne il soddisfacimento**
 - **Chi è chiamato a soddisfare un requisito deve poterne stimare il costo di verifica**
- Alcuni requisiti sono impliciti**
 - Derivano da attributi di prodotto e/o di processo
 - Assegnati dal cliente o decisi dal fornitore

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 18/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 4

```
graph TD; RP[Requisiti di prodotto] --> F[Funzionali]; RP --> NF[Non funzionali]; F --> FE[Espliciti]; F --> FD[Derivati]; NF --> NFE[Espliciti]; NF --> NFD[Derivati]; FE --> FE_A[Assegnati]; FE --> FE_S[Selezionati]; NFE --> NFE_A[Assegnati]; NFE --> NFE_S[Selezionati]; RP --> PR[Requisiti di processo];
```

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 19/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Strategia tradizionale

- ❑ Studio di fattibilità
- ❑ Analisi dei requisiti
 - Dominio, glossario, requisiti
 - Uso prevalente di linguaggio naturale
 - Limitato uso di linguaggi formali o semi-formali
- ❑ Specifica
 - Uso di linguaggi formali o semi-formali
 - Definizione di funzioni e profilo operativo
- ❑ Progettazione *top-down* e realizzazione

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 20/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Strategia moderna

- ❑ Studio di fattibilità
- ❑ Analisi orientata agli oggetti (OO)
 - Dominio, glossario, requisiti
 - Uso prevalente di formalismi grafici (diagrammi "use case")
 - Continuità logica con la fase di progettazione
 - Identificazione delle classi
- ❑ Progettazione OO
 - Uso di componenti prefabbricati
 - Realizzazione di componenti riusabili
- ❑ Programmazione OO
 - Realizzazione parzialmente automatizzabile

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 21/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 1

- ❑ Valutare rischi, costi e benefici
 - Nell'ottica del committente e del fornitore
 - Competenze richieste/disponibili, prospettive future, competizione
 - Studio basato su dati vari e spesso incerti
 - Definizione e valutazione di possibili scenari
- ❑ Decidere se procedere
- ❑ Entro un costo massimo fissato
- ❑ Basato su conoscenze disponibili al momento
 - Senza richiedere ricerche impegnative

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 22/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 2

- ❑ Fattibilità tecnico-organizzativa
 - Strumenti per la realizzazione
 - Soluzioni algoritmiche e architetturali
 - Piattaforme idonee per lo sviluppo e l'esecuzione
- ❑ Rapporto costi/benefici
 - Confronto tra il mercato attuale e quello futuro
 - Costo della produzione, redditività dell'investimento
- ❑ Individuazione dei rischi
 - Area di complessità e di incertezza

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 23/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 3

- ❑ Scadenze temporali
 - Risorse disponibili rispetto a quelle necessarie
- ❑ Esame delle alternative
 - Scelte architettoniche
 - Esempio: sistema centralizzato o distribuito; modello *client-server* od altro
 - Strategie realizzative
 - "Make or buy"
 - Riutilizzo di componenti esistenti
 - Avvio, esercizio e manutenzione del sistema
 - Formazione e assistenza utenti

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 24/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Dominio e glossario

- **Dominio**
 - Campo di applicazione del prodotto
 - A quali bisogni risponde
 - Quali problematiche coinvolge
- **Acquisizione delle competenze**
 - Documentazione preesistente
 - Interviste agli utenti potenziali
 - Studio delle soluzioni esistenti
- **Glossario**
 - Definisce i termini chiave del dominio
 - Chiara: tutti
 - Sintetica: e soli
 - Da sottoporre alla verifica ed approvazione del committente
 - Consolidato mediante uso nelle interviste

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 25/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Analisi dei requisiti – 1

- **Alcuni requisiti di sistema possono non essere completamente soddisfacenti**
 - **Tecnicamente impossibili**
 - P.es.: Integrare componenti *software* scritti in linguaggi incompatibili tra loro
 - **Possibili ma di realizzazione troppo costosa**
 - P.es.: qualificare un componente *software* di cui non si possiede il sorgente
 - **Possibili, ma mutuamente esclusivi tra loro**
 - P.es.: usare componenti standard (e.g. Windows, JVM) e contenere la dimensione totale del sistema entro i 40 kB

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 26/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Analisi dei requisiti – 2

- **Accertare la soddisfacentibilità dei requisiti rispetto ai vincoli esistenti sui processi del progetto**
- **I requisiti devono essere tutti e soli quelli necessari e sufficienti**
 - Nessun bisogno trascurato
 - Nessuna caratteristica superflua
- **Una priorità relativa può essere assegnata ai requisiti confermati**
 - Un negoziato con il cliente determina la politica di assegnazione e la definizione degli obiettivi minimi

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 27/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Analisi dei requisiti – 3

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 28/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Analisi dei requisiti – 4

- **Prodotti (= documenti) spesso scritti in linguaggio naturale**
 - Rischio di ambiguità interpretativa
 - Certe linee guida aiutano a evitare espressioni ambigue
 - Per ottenere e garantire terminologia consistente
- **L'uso di metodi formali o semi-formali di specifica è utile per ridurre tali rischi**
 - Diagrammi e formule invece di testo e disegni in stile libero

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 29/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Tecniche di analisi delle fonti

- **L'analisi delle fonti generalmente richiede**
 - Interviste con il cliente
 - Generazione e analisi di scenari
 - Prototipazione
 - Interna (per il fornitore)
 - Esterna (per il cliente)
 - Discussioni creative
 - *Brainstorming* (approccio maleutico)
 - Osservazione dei comportamenti e dei bisogni

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 30/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Documento AR – 1	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Completo<input type="checkbox"/> Ben organizzato<input type="checkbox"/> Privo di inconsistenze<input type="checkbox"/> Privo di ambiguità<input type="checkbox"/> Privo di ridondanze<input type="checkbox"/> Privo di imprecisioni terminologiche<input type="checkbox"/> Privo di dettagli tecnici		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		31/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Documento AR – 2	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Per uso quasi esclusivo del progettista<input type="checkbox"/> Redatto in linguaggi semi-formali (grafici)<ul style="list-style-type: none">○ Operazionali: diagrammi di flusso dei dati○ Dichiarativi: diagrammi entità/relazioni○ Misti: UML (varie tipologie di diagrammi)<input type="checkbox"/> Oppure di linguaggi formali veri e propri<ul style="list-style-type: none">○ Operazionali: Automi a stati finiti, Reti di Petri, Algebre di processo○ Dichiarativi: logiche○ Misti: Z, VDM, B, ASM, ...		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		32/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Verifica dei requisiti – 1	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Eseguita su un documento già organizzato<input type="checkbox"/> Walkthrough<input type="checkbox"/> Ispezione<ul style="list-style-type: none">○ Lettura "strutturata" dei documenti○ Esempio: tecnica del lemmario○ Efficacia provata sperimentalmente (rileva ~60% dei problemi)<input type="checkbox"/> Matrice delle dipendenze<ul style="list-style-type: none">○ A fini di tracciamento		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		33/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Verifica dei requisiti – 1	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Chiarezza espressiva<ul style="list-style-type: none">○ L'uso del linguaggio naturale rende difficile coniugare chiarezza con facilità di lettura<input type="checkbox"/> Chiarezza strutturale<ul style="list-style-type: none">○ Separazione tra requisiti funzionali e non-funzionali○ Classificazione precisa, uniforme e accurata<input type="checkbox"/> Atomicità e aggregazione<ul style="list-style-type: none">○ Requisiti elementari○ Correlazioni chiare ed esplicite		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		34/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Spazio di negoziato	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Requisiti classificati per rilevanza strategica<ul style="list-style-type: none">○ Obbligatori<ul style="list-style-type: none">● Irrinunciabili per il cliente○ Desiderabili<ul style="list-style-type: none">● Non strettamente necessari ma a valore aggiunto riconoscibile○ Opzionali<ul style="list-style-type: none">● Relativamente utili oppure contrattabili in seguito		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		35/38

Università degli Studi di Padova	Ingegneria dei requisiti	
	Gestione dei requisiti	
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Identificazione, classificazione<ul style="list-style-type: none">○ Identificatore unico (p.es. garantito da DBMS)○ Numerazione sequenziale basata sulla struttura del documento (p.es. 2.4.7)○ Coppie <CATEGORIA, NUMERO><input type="checkbox"/> Gestione di cambiamenti<ul style="list-style-type: none">○ Valutazione di fattibilità tecnica ed impatto sul progetto<input type="checkbox"/> Tracciabilità<ul style="list-style-type: none">○ Requisiti ↔ elementi specifica ↔ componenti del sistema○ Strumenti CASE		
Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova		36/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Presa in carico dei requisiti

□ **L'inizio della progettazione architeturale**

- **Può essere influenzata da esigenze o eventuali opportunità di riuso (meglio se sistematico!)**
 - Componenti aziendali preesistenti
 - Componenti commerciali
 - Componenti imposti dal cliente
- **Componenti riusabili possono includere**
 - Codice sorgente o eseguibile
 - Specifiche di interfaccia (p.es. API)
 - Modelli architeturali (*design pattern*)

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 37/38

Università degli Studi di Padova Ingegneria dei requisiti

Ingegneria dei requisiti con modello a spirale

©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea Triennale in Informatica, Università di Padova 38/38