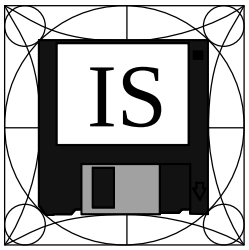
Progettazione *software*



IS 2001-9
Corso di Ingegneria del Software

V. Ambriola, G.A. Cignoni
C. Montangero, L. Semini

Con aggiornamenti di: T. Vardanega (UniPD)

Contenuti

- La progettazione
- Progettazione architetturale
- Progettazione di dettaglio
- Qualità della progettazione
- Approfondimento: viste multiple

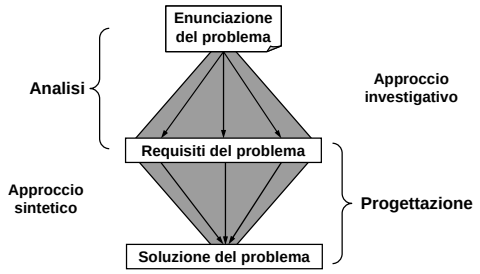
Progettare prima di produrre

- Progettazione e produzione industriale
  - Costruzione *a priori*
  - Prima analisi poi progettazione
    - Metodo ingegneristico
- Perché progettare
  - Per governare la complessità del prodotto
  - Per organizzare e ripartire le responsabilità di realizzazione
  - Per produrre in economia
  - Per garantire controllo di qualità
- Progettare non è pianificare

Dall'analisi alla progettazione – 1

- Analisi: quale è il problema e la cosa giusta da fare?
  - Comprensione del dominio
  - Discernimento di vincoli e requisiti
    - Approccio investigativo
- Progettazione: come farla giusta?
  - Descrizione di una soluzione che soddisfi tutti i portatori di interesse
  - Il codice non esiste ancora
  - I prodotti della progettazione sono architettura, modello logico, …
    - Approccio sintetico

Dall'analisi alla progettazione – 2



Dall'uso alla progettazione

- Ristrutturazione di prodotto
  - Dopo molti interventi di manutenzione
  - Per cambio di piattaforma o di tecnologia
- Ripensamento di un sistema
  - Processo di sviluppo che parte direttamente dalla progettazione
    - Analisi a posteriori invece che a priori
    - Requisiti già noti e sostanzialmente stabili
  - Servono interventi, anche radicali, su architettura e codice
  - Re-ingegnerizzazione e riuso

Obiettivi della progettazione

- Soddisfare i requisiti di qualità
  - Fissati esternamente dal committente e internamente dal fornitore
- Definire l'architettura del prodotto
  - Impiegando componenti con specifica chiara e coesa
  - Realizzabili con risorse date e costi fissati
  - Con struttura che faciliti cambiamenti futuri dovuti a modifiche nei requisiti
- L'architettura è così essenziale al raggiungimento degli obiettivi di prodotto che diventa essa stessa obiettivo

Punti di vista rilevanti

- Viste diverse per aspetti diversi dello stesso sistema
  - Committente: visione d'insieme del prodotto
  - Fornitore: confini del lavoro commissionato
  - Analista: vincoli e rischi tecnologici
  - Progettista: confini dell'attività di commessa
  - Architetto: evoluzione e riuso nel lungo periodo
    - Specializzazione "orizzontale" del progettista

Definizioni di architettura – 1

- La nozione di "architettura *software*" appare la prima volta nello stesso evento in cui venne lanciato lo studio del *software engineering*
- Fino alla fine degli anni '80 il termine "architettura" viene applicato prevalentemente al sistema fisico
- Nel 1992 D. Perry and A. Wolf propongono la formula
  - {*elements*, *forms*, *rationale*} = *software architecture*
  - Dove *element* = *component* | *connector*

Definizioni di architettura – 2

- B. Boehm, *et al.*, '95
  - A software system architecture comprises
    - A collection of software and system components, connections, and constraints
    - A collection of system stakeholders' need statements
    - A rationale which demonstrates that the components, connections, and constraints define a system that, if implemented, would satisfy the collection of system stakeholders' need statements

Definizioni di architettura – 3

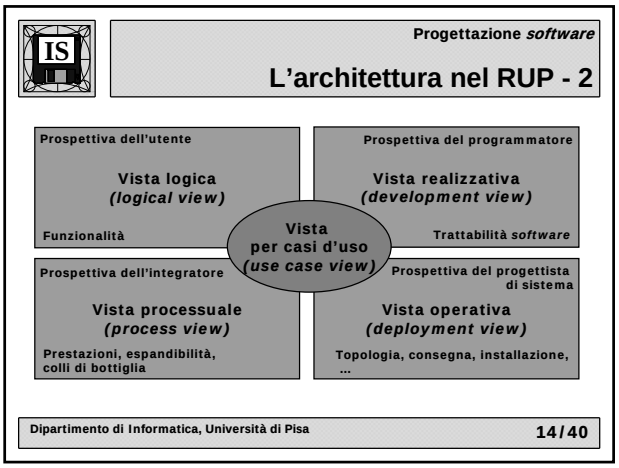
- P. Kruchten: *The Rational Unified Process*, '99
  - The set of significant decisions about the organization of a software system
  - The selection of the structural elements and their interfaces by which the system is composed
    - Together with their behavior as specified in the collaborations among those elements
  - The composition of these structural and behavioral elements into progressively larger subsystems
  - The architectural style that guides this organization

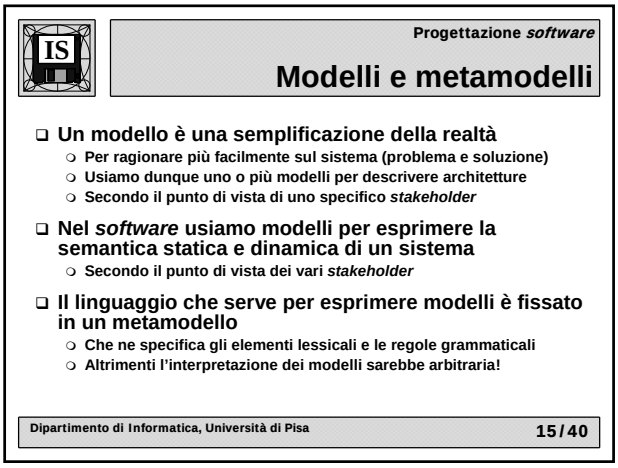
Definizioni di architettura – 4

- La decomposizione del sistema in componenti
- L' organizzazione di tali componenti
  - Definizione di ruoli, responsabilità, interazioni
- Le interfacce necessarie all'interazione tra le componenti tra loro e con l'ambiente
- I paradigmi di composizione delle componenti
  - Regole, criteri, limiti, vincoli
  - Hanno impatto sulla manutenzione futura

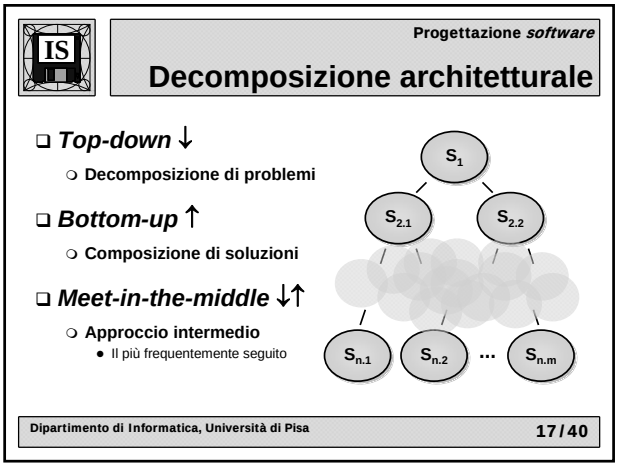
ANSI/IEEE Std 1471-2000 Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems


IS
Progettazione *software*
L'architettura nel RUP - 1
Quattro viste distinte
Logica, realizzativa, processuale, operativa
E poi una vista di supporto: casi d'uso
Riferimento per analisi e verifica
Cattura le interazioni più importanti del sistema con il suo ambiente secondo un particolare punto di vista
Architettura come sintesi astratta dei modelli prodotti da
Analisi, come specifica del problema
Progettazione, come specifica della soluzione
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
13 / 40


IS
Progettazione *software*
L'architettura nel RUP - 2
Prospettiva dell'utente
Vista logica
(logical view)
Funzionalità
Prospettiva del programmatore
Vista realizzativa
(development view)
Trattabilità software
Vista
per casi d'uso
(use case view)
Prospettiva dell'integratore
Vista processuale
(process view)
Prestazioni, espandibilità, colli di bottiglia
Prospettiva del progettista di sistema
Vista operativa
(deployment view)
Topologia, consegna, installazione, ...
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
14 / 40


IS
Progettazione *software*
Modelli e metamodelli
Un modello è una semplificazione della realtà
Per ragionare più facilmente sul sistema (problema e soluzione)
Usiamo dunque uno o più modelli per descrivere architetture
Secondo il punto di vista di uno specifico *stakeholder*
Nel *software* usiamo modelli per esprimere la semantica statica e dinamica di un sistema
Secondo il punto di vista dei vari *stakeholder*
Il linguaggio che serve per esprimere modelli è fissato in un metamodello
Che ne specifica gli elementi lessicali e le regole grammaticali
Altrimenti l'interpretazione dei modelli sarebbe arbitraria!
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
15 / 40


IS
Progettazione *software*
Attributi di architettura
Capacità prestazionale
Maggiore località delle operazioni riduce l'onere di comunicazione
Sicurezza da intrusioni
Architettura a livelli gerarchici con *information hiding*
Le parti più critiche nei livelli più interni
Sicurezza da malfunzionamenti gravi
Componenti critiche isolate e protette da interferenze esterne
Continuità di servizio (*availability*)
Presenza di componenti ridondanti
Manutenibilità
Componenti a grana fine, con poche dipendenze dall'esterno
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
16 / 40


IS
Progettazione *software*
Decomposizione architetturale
Top-down ↓
Decomposizione di problemi
Bottom-up ↑
Composizione di soluzioni
Meet-in-the-middle ↓↑
Approccio intermedio
Il più frequentemente seguito
S_1
$S_{2.1}$
$S_{2.2}$
$S_{n.1}$
$S_{n.2}$
...
$S_{n.m}$
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
17 / 40


IS
Progettazione *software*
Riuso
Capitalizzare i sottosistemi (componenti) già realizzati
Impiegandoli più volte per più prodotti
Ottenendo minor costo realizzativo
Ottenendo minor costo di verifica
Problemi
Progettare diventa un problema aperto
Occorre anticipare bisogni futuri
È raro riusare al 100%
Adattare tramite modifiche è difficile e rischioso
Costo (investimento) nel breve periodo
Risparmio a lungo termine
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
18 / 40

Problematiche di progettazione – 1

- **Architettura interna**
  - **Importante per analista, progettista, architetto**
  - **Esempio: sistema centralizzato oppure distribuito**
- **Architettura esterna**
  - **Importante per cliente, fornitore, analista**
  - **Esempi: interfaccia utente, piattaforma di S/O, basi dati, protocolli di comunicazione, …**

Problematiche di progettazione – 2

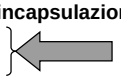
- **Tecnologie**
  - **Esempio: linguaggi di programmazione e strumenti di sviluppo associati**
- **Realizzazione**
  - **Esempio: componenti acquistabili, riusabili, da sviluppare ex-novo**
- **Tecniche**
  - **Esempio: scelte algoritmiche**

Problematiche di progettazione – 3

- **Organizzazione e controllo**
  - **Quantificazione del lavoro**
    - Esempio: coerente con uso di COCOMO fatto in pianificazione
  - **Uso delle risorse e ripartizione dei compiti**
    - Esempio: coerente con il piano di progetto in vigore
  - **Allestimento dell'ambiente di lavoro**
    - Esempi: decisione su sviluppo, *test*; congruente con versionamento, configurazione, tracciamento (di azioni, requisiti, problemi aperti)

Strumenti di progettazione – 1

- **Strumenti concettuali**
  - **Definizione del "sistema *software*"**
    - Visione astratta distinta dalla realizzazione concreta
  - **Delimitazione dei problemi e delle soluzioni**
  - **Decomposizione e incapsulazione**
    - Massima coesione
    - Minimo accoppiamento



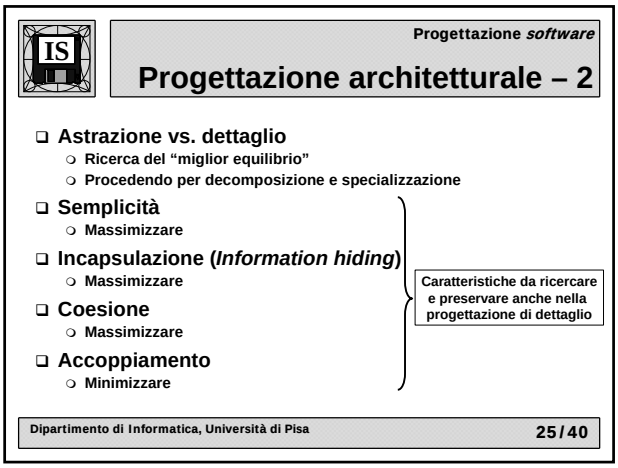
  - **Progettazione orientata agli oggetti**
    - Generalizzazione, specializzazione, riuso

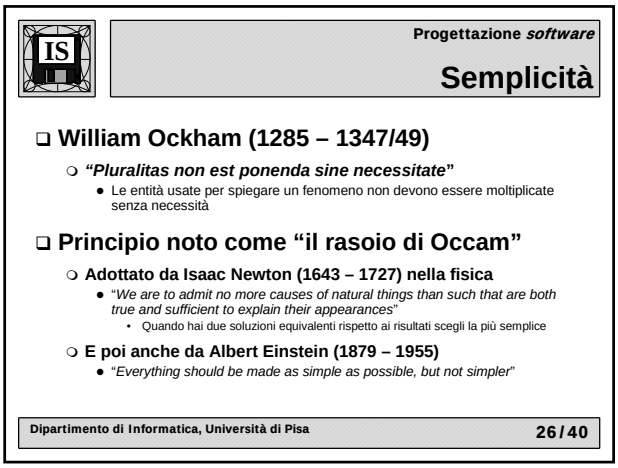
Strumenti di progettazione – 2

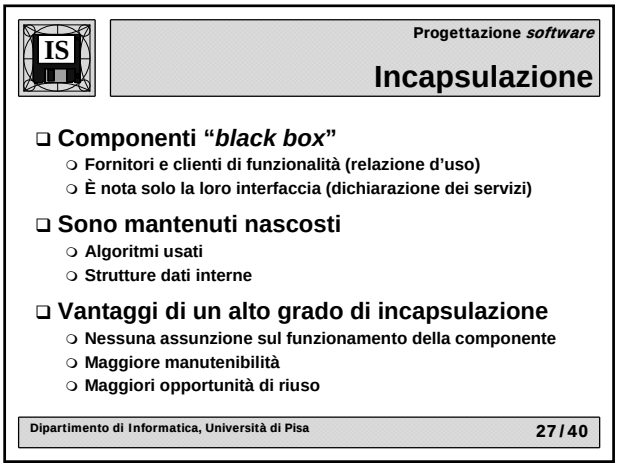
- **Strumenti metodologici**
  - **Prima progettazione architetturale del sistema**
    - Da sistema a componenti architetturali
    - Può essere parallelizzata solo se il sistema stesso è stato modularizzato (*pattern* architetturali)
  - **Poi progettazione di dettaglio delle componenti**
    - Da componenti a moduli
    - Può essere parallelizzata sotto la regola che la progettazione interna di un componente non ne modifichi la specifica esterna

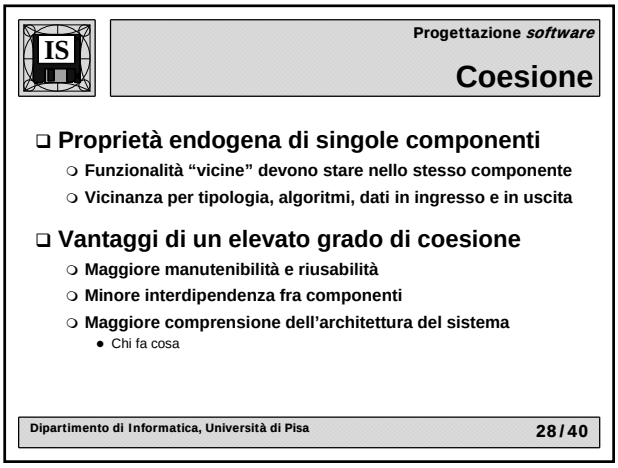
Progettazione architetturale – 1

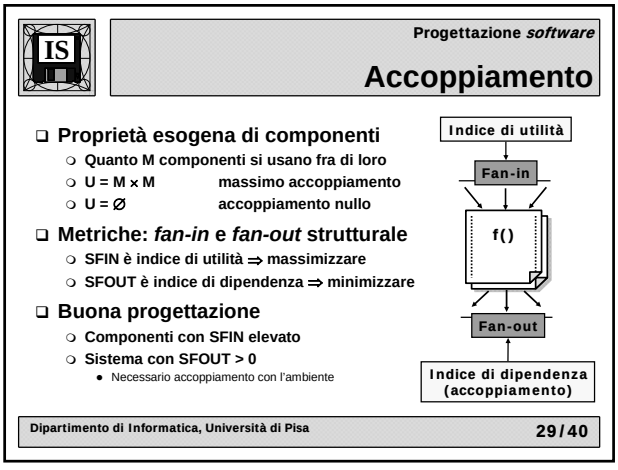
- **Dominare la complessità del sistema**
  - **Organizzare il sistema in componenti di complessità trattabile**
    - Secondo la logica del "***divide et impera***"
    - Per ridurre le difficoltà di comprensione e di realizzazione
  - **Identificare schemi realizzativi e componenti riusabili (*pattern*)**
- **Riconoscere le componenti terminali**
  - **Che non necessitano di ulteriore decomposizione**
    - Il beneficio ottenibile non ne vale il costo
    - Eccessiva esposizione di dettagli
      - Troppe assunzioni sul funzionamento interno
- **Cercare un buon bilanciamento**
  - **Più semplici le componenti più complessa la loro interazione**

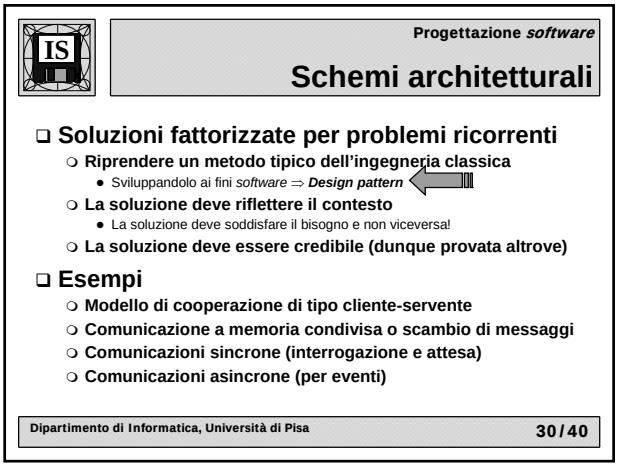

IS
Progettazione *software*
Progettazione architetturale – 2
Astrazione vs. dettaglio
Ricerca del "miglior equilibrio"
Procedendo per decomposizione e specializzazione
Semplicità
Massimizzare
Incapsulazione (*Information hiding*)
Massimizzare
Coesione
Massimizzare
Accoppiamento
Minimizzare
Caratteristiche da ricercare e preservare anche nella progettazione di dettaglio
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
25 / 40


IS
Progettazione *software*
Semplicità
William Ockham (1285 – 1347/49)
"Pluralitas non est ponenda sine necessitate"
Le entità usate per spiegare un fenomeno non devono essere moltiplicate senza necessità
Principio noto come "il rasoio di Occam"
Adottato da Isaac Newton (1643 – 1727) nella fisica
"*We are to admit no more causes of natural things than such that are both true and sufficient to explain their appearances*"
Quando hai due soluzioni equivalenti rispetto ai risultati scegli la più semplice
E poi anche da Albert Einstein (1879 – 1955)
"*Everything should be made as simple as possible, but not simpler*"
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
26 / 40


IS
Progettazione *software*
Incapsulazione
Componenti "*black box*"
Fornitori e clienti di funzionalità (relazione d'uso)
È nota solo la loro interfaccia (dichiarazione dei servizi)
Sono mantenuti nascosti
Algoritmi usati
Strutture dati interne
Vantaggi di un alto grado di incapsulazione
Nessuna assunzione sul funzionamento della componente
Maggiore manutenibilità
Maggiori opportunità di riuso
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
27 / 40


IS
Progettazione *software*
Coesione
Proprietà endogena di singole componenti
Funzionalità "vicine" devono stare nello stesso componente
Vicinanza per tipologia, algoritmi, dati in ingresso e in uscita
Vantaggi di un elevato grado di coesione
Maggiore manutenibilità e riusabilità
Minore interdipendenza fra componenti
Maggiore comprensione dell'architettura del sistema
Chi fa cosa
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
28 / 40


IS
Progettazione *software*
Accoppiamento
Proprietà esogena di componenti
Quanto M componenti si usano fra di loro
U = M × M massimo accoppiamento
U = ∅ accoppiamento nullo
Metriche: *fan-in* e *fan-out* strutturale
SFIN è indice di utilità ⇒ massimizzare
SFOUT è indice di dipendenza ⇒ minimizzare
Buona progettazione
Componenti con SFIN elevato
Sistema con SFOUT > 0
Necessario accoppiamento con l'ambiente
Indice di utilità
Fan-in
f()
Fan-out
Indice di dipendenza (accoppiamento)
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
29 / 40


IS
Progettazione *software*
Schemi architetturali
Soluzioni fattorizzate per problemi ricorrenti
Riprendere un metodo tipico dell'ingegneria classica
Sviluppandolo ai fini *software* ⇒ ***Design pattern***
La soluzione deve riflettere il contesto
La soluzione deve soddisfare il bisogno e non viceversa!
La soluzione deve essere credibile (dunque provata altrove)
Esempi
Modello di cooperazione di tipo cliente-servente
Comunicazione a memoria condivisa o scambio di messaggi
Comunicazioni sincrone (interrogazione e attesa)
Comunicazioni asincrone (per eventi)
Dipartimento di Informatica, Università di Pisa
30 / 40

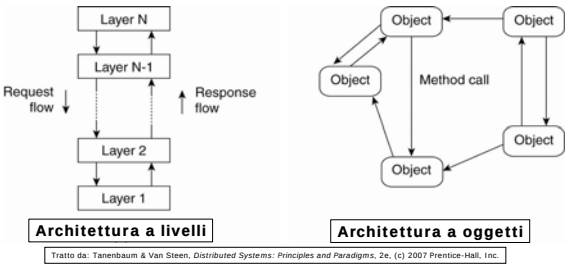
Design pattern

- **Soluzione progettuale a problema ricorrente**
  - **Definisce una funzionalità lasciando gradi di libertà d'uso**
    - Ha corrispondenza precisa nel codice sorgente
  - **Il corrispondente architetturale degli algoritmi**
    - Che invece specificano procedimenti di soluzione
  - **Concetto promosso da C. Alexander (un vero architetto)**
    - *The Timeless Way of Building*, Oxford University Press, 1979
    - Rilevante nel SW a partire dalla pubblicazione di "*Design Patterns*" della GoF
- **Per il livello sistema servono "*pattern* architetturali"**

Pattern architetturali

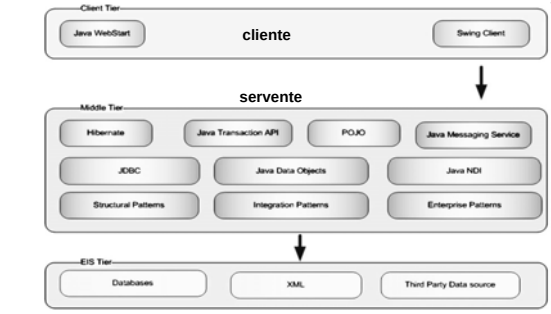
- **Architettura "*three-tier*"**
  - **Strato della presentazione (GUI)**
  - **Strato della logica operativa (*business logic*)**
  - **Strato dell'organizzazione dei dati (*database*)**
- **Architettura produttore-consumatore (*pipeline*)**
- **Architettura cliente-servente ("*client-server*")**
  - **Con cliente complesso ("*fat client*")**
    - Meno carico sul servente ma scarsa portabilità
  - **Con cliente semplificato ("*thin client*")**
    - Maggior carico di comunicazione ma buona portabilità
- **Architettura "*peer-to-peer*"**
  - **Interconnessione senza *server* intermedio**

Stili architetturali

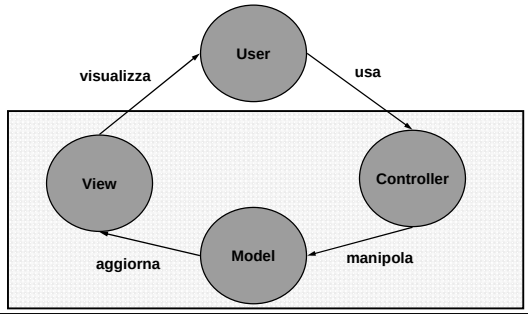


Tratto da: Tanenbaum & Van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2e, (c) 2007 Prentice-Hall, Inc.

Architettura a livelli



Architettura MVC



Linguaggi di descrizione architetturale

- **Descrizione degli elementi**
  - **Componenti, porte e connettori**
    - P.es. diagramma delle classi in UML
- **Descrizione dei protocolli di interazione**
  - **Tra componenti tramite connettori**
- **Supporto ad analisi**
  - **Consistenza (analisi statica ad alto livello)**
  - **Conformità ad attributi di qualità**
  - **Comparazione tra soluzioni architetturali diverse**

Progettazione di dettaglio: attività

- **Definizione delle unità realizzative (moduli)**
  - **Un carico di lavoro realizzabile dal singolo programmatore**
  - **Un "sottosistema" definito**
    - Un componente terminale (non ulteriormente decomponibile) o un loro aggregato
  - **Un insieme di entità (tipi, dati, funzionalità) strettamente correlate**
    - Raccolti insieme in un modulo *package* (come un insieme di classi)
      - Nei sorgenti oppure nel codice oggetto (come in Java)
- **Specifica delle unità come insieme di moduli**
  - **Definizione delle caratteristiche significative**
    - Da fissare nella progettazione
  - **Dal nulla o tramite specializzazione di componenti esistenti**

Progettazione di dettaglio: obiettivi

- **Assegnare unità a componenti**
  - **Per organizzare il lavoro di programmazione**
  - **Per assicurare congruenza con l'architettura di sistema**
- **Produrre la documentazione necessaria**
  - **Perché la programmazione possa procedere**
    - Senza bisogno di ulteriori informazioni e senza spazi di creatività
  - **Per attribuire requisiti alle unità**
    - Tracciamento
  - **Per definire le configurazioni ammissibili del sistema**
- **Definire gli strumenti per le prove di unità**
  - **Casi di prova e componenti ausiliarie**
    - Per la verifica delle singole unità e della loro integrazione

Riepilogo

- **La progettazione**
- **Progettazione architetturale**
- **Progettazione di dettaglio**
- **Qualità della progettazione**
- **Approfondimento: viste multiple**

Riferimenti

- **D. Budgen, Software Design, Addison-Wesley**
- **C. Alexander, The origins of pattern theory, IEEE Software, settembre/ottobre 1999**
  - **http://www.computer.org/portal/cms_docs_ieeecs/ieeecs/images/IBM_Rational/FINAL.SW.V16N5.71.pdf**
- **G. Booch, Object-oriented analysis and design, Addison-Wesley**
- **G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson, The UML user guide, Addison-Wesley**
- **C. Hofmeister, R. Nord, D. Soni, Applied Software Architecture, Addison-Wesley, 2000**
- **P. Krutchen, The Rational Unified Process, Addison-Wesley**