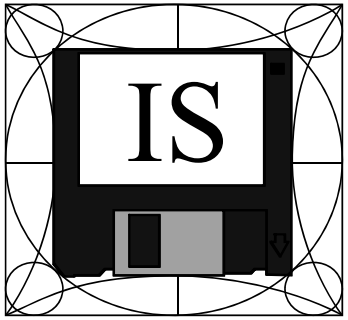
Progettazione *software*



Ingegneria del Software

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

Aggiornamenti di: T. Vardanega (UniPD)

Progettare prima di produrre

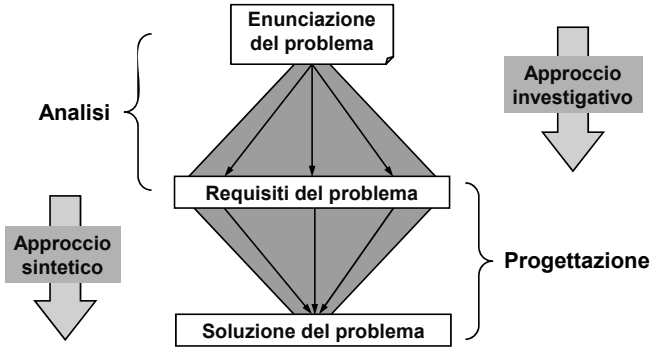
- La progettazione <u>precede</u> la produzione
  - Approccio industriale e metodo ingegneristico
    - Analisi (& verifica) → progettazione (& verifica) → programmazione (& verifica)
  - Costruzione *a priori* perseguendo la correttezza per costruzione invece che inseguendo la correttezza per correzione

- Progettare per
  - Governare la complessità del prodotto («*divide-et-impera*»)
  - Organizzare e ripartire le responsabilità di realizzazione
  - Produrre in economia (efficienza)
  - Garantire controllo di qualità (efficacia)

Dall'analisi alla progettazione – 1

- Analisi: quale è il problema, quale la cosa giusta da fare?
  - Comprensione del dominio
  - Discernimento di obiettivi, vincoli e requisiti
  - Approccio investigativo ←
- Progettazione: come farla giusta?
  - Descrizione di una soluzione soddisfacente per tutti gli *stakeholder*
  - Il codice non esiste ancora
  - Prodotti: l'architettura scelta e i suoi modelli logici
  - Approccio sintetico ←

Dall'analisi alla progettazione – 2



Dall'analisi alla progettazione – 3

- Dice Edsger W. Dijkstra in «*On the role of scientific thought*» (1982):
- *The task of "making a thing satisfying our needs" as a single responsibility, is split into two parts*
  1. *Stating the properties of a thing, by virtue of which it would satisfy our needs, and*
  2. *Making a thing that is guaranteed to have the stated properties*
- La prima responsabilità è dell'analisi
- La seconda è di progettazione e codifica

Obiettivi della progettazione

- Soddisfare i requisiti con un sistema di qualità
- Definendo l'architettura del prodotto
  - Impiegando componenti con specifica chiara e coesa
  - Realizzabili con risorse date e costi fissati
  - Struttura che facilita eventuali cambiamenti futuri
- La scelta di una buona architettura facilita il successo

Compiti della progettazione

- Progettazione = attività del processo di sviluppo
  - Procede dall'analisi dei requisiti
  - Produce una descrizione della struttura interna e dell'organizzazione del sistema per fornire la base alle successive attività di realizzazione
  - Fissa l'architettura SW
    - Organizzazione del sistema per decomposizione in componenti e interfacce
    - Prima se fissa la visione logica (concettuale) poi di dettaglio (realizzativa)
    - Il livello di dettaglio deve guidare il lavoro di più programmatori in parallelo

Arte e architettura

- Intorno al 1915, lo scrittore H.G. Wells (1866-1946), autore, tra altre opere, di "*The War of the Worlds*" (1898), scrive in una lettera al collega Henry James (1843-1916)
- *To you, literature like painting is an end, to me literature like architecture is a means, it has a use*
- L'arte è un fine, l'architettura un mezzo

Definizioni di architettura – 1

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

Definizioni di architettura – 2

- *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*

[B. Boehm, et al., '95]

Definizioni di architettura – 3

- *A software system architecture comprises*
  - *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 specified in the collaborations them*
  - *The composition of these structural and behavioral elements into progressively larger subsystems*
  - *The architectural style that guides this organization*

[P. Kruchten: The Rational Unified Process, '99]

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

ISO/IEC/IEEE 42010:2011
Systems and software engineering
Architecture description

Per approfondire

- **Esistono stili architetturali**
  - Aderire a uno «stile» garantisce coerenza e consistenza
  - Le «decisioni architetturali» determinano l'organizzazione della informazione e l'interazione tra le parti

> *An architectural style is a named collection of architectural design decisions that*
> - *are applicable in a given development context*
> - *constrain architectural design decisions that are specific to a particular system within that context*
> - *elicit beneficial qualities in each resulting system*

- **Esiste letteratura sulla nozione di architettura SW**
  - https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658098.aspx

Qualità di una buona architettura – 1

- **Sufficienza**
  - È capace di soddisfare tutti i requisiti
- **Comprensibilità**
  - Può essere capita dai portatori di interesse
- **Modularità**
  - È suddivisa in parti chiare e ben distinte
- **Robustezza**
  - È capace di sopportare ingressi diversi (giusti, sbagliati, tanti, pochi) dall'utente e dall'ambiente

Qualità di una buona architettura – 2

- **Flessibilità**
  - Permette modifiche a costo contenuto al variare dei requisiti
- **Riusabilità**
  - Sue parti possono essere utilmente impiegate in altre applicazioni
- **Efficienza**
  - Nel tempo, nello spazio e nelle comunicazioni
- **Affidabilità**
  - È altamente probabile che funzioni bene quando utilizzata

Qualità di una buona architettura – 3

- **Disponibilità**
  - Necessita di poco o nullo tempo di manutenzione fuori linea
- **Sicurezza rispetto a intrusioni (*security*)**
  - I suoi dati e le sue funzioni non sono vulnerabili a intrusioni
- **Sicurezza rispetto a malfunzionamenti (*safety*)**
  - È esente da malfunzionamenti gravi

Qualità di una buona architettura – 4

- **Semplicità** → Vedi approfondimenti
  - Ogni parte contiene solo il necessario e niente di superfluo
- **Incapsulazione (*information hiding*)** → Vedi approfondimenti
  - L'interno delle componenti non è visibile dall'esterno
- **Coesione** → Vedi approfondimenti
  - Le parti che stanno insieme hanno gli stessi obiettivi
- **Basso accoppiamento** → Vedi approfondimenti
  - Parti distinte dipendono poco o niente le une dalle altre

Semplicità

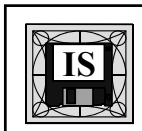
- **William Ockham (1285 – 1347/49)**
  - ***"Pluralitas non est ponenda sine necessitate"***
    - Le entità usate per spiegare un fenomeno non devono essere moltiplicate senza necessità
- **Principio noto come "il rasoio di Occam"**
  - **Adottato da Isaac Newton (1643 – 1727) nella fisica**
    - "*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*"

Incapsulazione

- **Le componenti sono "*black box*"**
  - I suoi clienti ne conoscono solo l'interfaccia
- **La loro specifica nasconde**
  - Gli algoritmi e le strutture dati usati all'interno
- **Benefici**
  - L'esterno non può fare assunzioni sull'interno
  - Cresce la manutenibilità
  - Diminuendo le dipendenze aumentano le opportunità di riuso

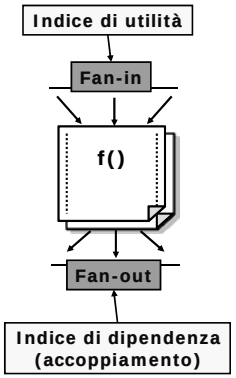
Coesione

- **Proprietà interna di singole componenti**
  - Funzionalità "vicine" devono stare nella stessa componente
    - La modularità spinge a decomporre il grande in piccolo
    - La ricerca di coesione aiuta sia a decomporre che a porre un limite inferiore alla decomposizione
  - Va massimizzata
- **Benefici**
  - Maggiore manutenibilità e riusabilità
  - Minore interdipendenza fra componenti
  - Maggiore comprensione dell'architettura del sistema



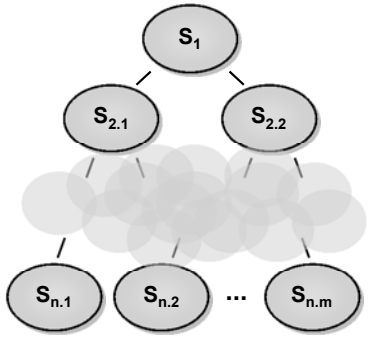
Accoppiamento

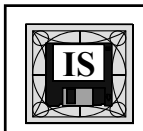
- **Proprietà esterna di componenti**
  - Il grado di utilizzo reciproco U di M componenti
  - $U = M \times M$ massimo accoppiamento
  - $U = \emptyset$ accoppiamento nullo
- **Metriche: *fan-in* e *fan-out* strutturale**
  - SFIN è indice di utilità ⇒ massimizzare
  - SFOUT è indice di dipendenza ⇒ minimizzare
- **Una buona progettazione risulta in componenti con SFIN elevato**



Decomposizione architetturale

- ***Top-down*** ↓
  - Decomposizione di problemi
  - Stile funzionale
- ***Bottom-up*** ↑
  - Composizione di soluzioni
  - Stile *object-oriented*
- ***Meet-in-the-middle*** ↓↑
  - Approccio intermedio
    - Il più frequentemente seguito





Riuso

- **Capitalizzare sottosistemi già esistenti**
  - Impiegandoli più volte per più prodotti
  - Ottenendo minor costo realizzativo
  - Ottenendo minor costo di verifica
- **Problemi**
  - Progettare per riuso è più difficile
    - Bisogna anticipare bisogni futuri
  - Progettare con riuso non è immediato
    - Bisogna minimizzare le modifiche alle componenti riusati per non perderne il valore
- **Puro costo nel breve periodo**
  - Risparmio (quindi investimento) nel medio termine

Framework

- **Insieme integrato di componenti SW prefabbricate**
  - Nel mondo pre-OO erano chiamate librerie
  - Sono *bottom-up* perché fatti di codice già sviluppato
  - Sono anche *top-down* perché impongono uno stile architetturale
- **Utilissimi come base facilmente riusabile di diverse applicazioni entro un dato dominio**
  - Molti importanti esempi nel mondo J2EE
    - Spring (http://www.springsource.org/about) per architetture di *business* con MVC
    - Struts (http://struts.apache.org/) per Web Apps in stile MVC
    - Swing per GUI, ecc.

Ricetta generale

- **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 e permettere lavoro individuale
  - **Identificare schemi architetturali utili al caso e componenti riusabili**
- **Riconoscere le componenti terminali**
  - **Quelle che non richiedono ulteriore decomposizione**
    - Il beneficio che ne otterremmo è inferiore al costo
    - Eccessiva esposizione di dettagli causa accoppiamento
- **Cercare un buon bilanciamento**
  - **Più semplici le componenti più complessa la loro interazione**

Pattern architetturali

- **Soluzioni fattorizzate per problemi ricorrenti**
  - **Metodo tipico dell'ingegneria classica**
  - **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)**

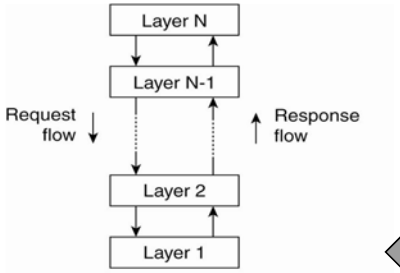
Design pattern

- **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 la progettazione a livello sistema si usano *pattern* architetturali!**

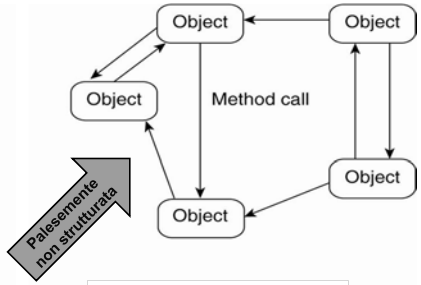
Pattern architetturali – 1

- **Architettura "*three-tier*" (a livelli)**
  - **Strato della presentazione (GUI)**
  - **Strato della logica operativa (*business logic*)**
  - **Strato dell'organizzazione dei dati (*database*)**
- **Variante multilivello (pila OSI e TCP/IP)**
- **Architettura produttore-consumatore**
  - **Collaborazione a *pipeline***

Esempi – 1



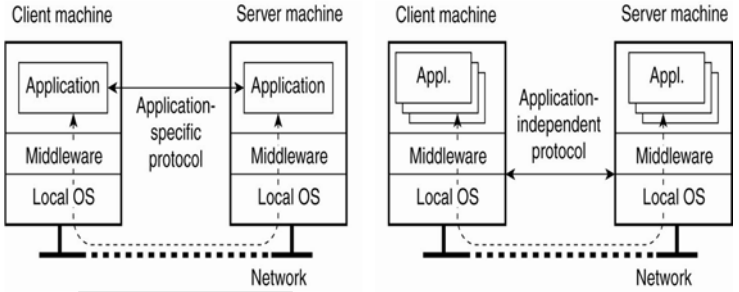
Architettura multilivello



Architettura a oggetti

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

Esempi – 2



Architettura *Fat-client*

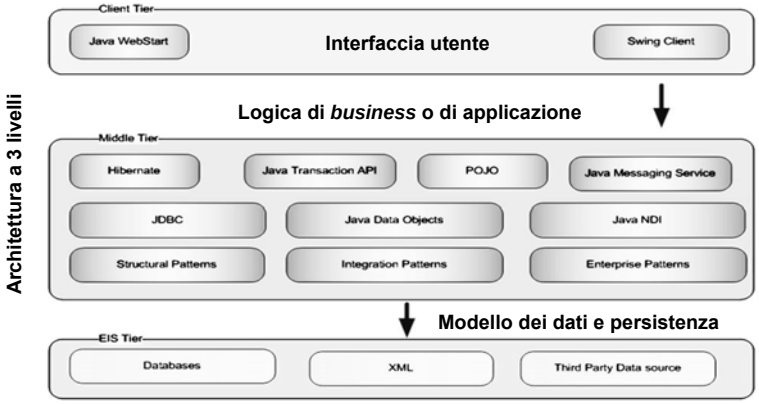
Architettura *Thin-client*

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

Pattern architetturali – 2

- **Architettura cliente-servente**
  - **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 di scambio senza *server* intermedio**

Esempi – 3



Pattern architetturali – 3

- Le lezioni sui *design pattern* proseguiranno nel II semestre
  - 07 marzo: *Pattern* architetturali: *Dependency Injection*
  - 14 marzo: Pattern architetturali: MVC, MVP e MVVM
  - 21 marzo: Stili architetturali nei sistemi *software* moderni
- Fate attenzione a organizzare le vostre attività di progettazione di sistema in modo da sincronizzarle con i temi di quelle lezioni

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 *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 in modo certo e disciplinato
  - Tracciamento per attribuire requisiti alle unità
  - Per definire le configurazioni ammissibili del sistema
- Definire gli strumenti per le prove di unità
  - Casi di prova e componenti ausiliarie per la verifica unitaria e di integrazione

Documentazione

- **IEEE 1016:1998 *Software Design Document***
  - **Introduzione**
    - Come nel documento AR (*software requirements specification*)
  - **Riferimenti normativi e informativi**
  - **Descrizione della decomposizione architetturale**
    - Moduli, processi, dati
  - **Descrizione delle dipendenze (tra moduli, processi, dati)**
  - **Descrizione delle interfacce (tra moduli, processi, dati)**
  - **Descrizione della progettazione di dettaglio**

Stati di progresso per SEMAT – 1

- ***Architecture selected***
  - **Selezione di una architettura tecnicamente adatta al problema: accordo sui criteri di selezione**
  - **Selezione delle tecnologie necessarie**
  - **Decisioni su *buy, build, make***
- ***Demonstrable***
  - **Dimostrazione delle principali caratteristiche dell'architettura: gli *stakeholder* concordano**
  - **Decisione sulle principali interfacce e configurazioni di sistema**

Stati di progresso per SEMAT – 2

- ***Usable***
  - **Il sistema è utilizzabile e ha le caratteristiche desiderate**
  - **Il sistema può essere operato dagli utenti**
  - **Le funzionalità e le prestazioni richieste sono state verificate e validate**
  - **La quantità di difetti residui è accettabile**
- ***Ready***
  - **La documentazione per l'utente è pronta**
  - **Gli *stakeholder* hanno accettato il prodotto e vogliono che diventi operativo**

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**