Progettazione *software*

Ingegneria del Software

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

Aggiornamenti di: T. Vardanega (UniPD)

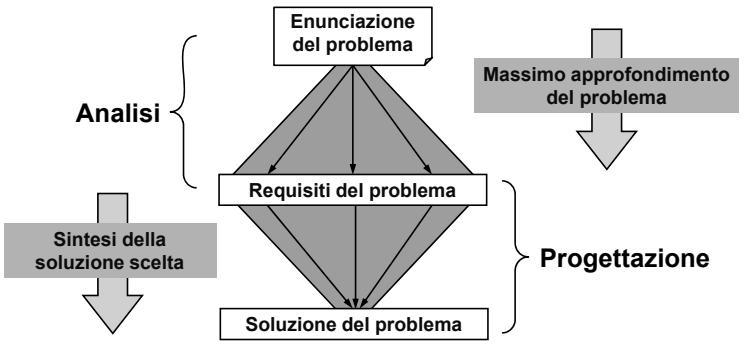
Progettare prima di produrre

- La progettazione <u>precede</u> la produzione
  - Costruzione *a priori* perseguendo la correttezza per costruzione
  - Invece che inseguendo la correttezza per correzione
- Progettare per
  - Dominare la complessità del prodotto («*divide-et-impera*»)
  - Organizzare e ripartire le responsabilità di realizzazione
  - Produrre in economia (efficienza)
  - Garantire qualità (efficacia)

Dall'analisi alla progettazione – 1

- L'analisi risponde alla domanda:
  qual'è il problema, quale la cosa giusta da fare?
  - Comprensione del dominio
  - Discernimento di obiettivi, vincoli e requisiti
  - Approccio investigativo
- La progettazione risponde alla domanda:
  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



Progettazione *software*

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

Progettazione *software*

Obiettivi della progettazione – 1

- Soddisfare i requisiti con un sistema di qualità
- Definendo l'architettura logica 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
  - Identificare schemi architetturali utili al caso e componenti riusabili

Progettazione *software*

Obiettivi della progettazione – 2

- Dominare la complessità del sistema
  - Suddividere il sistema fino a che ciascuna sua componente abbia complessità trattabile
  - Per facilitare la comprensione e poterne assegnare la codifica a un singolo individuo

- Spingere la progettazione nel dettaglio
  - Sapendo riconoscere le componenti terminali
    - Quando il beneficio di ulteriore decomposizione è inferiore al costo di utilizzo
  - Più minute le componenti più complessa la loro orchestrazione
    - Usare classi è più espressivo che usare registri di CPU

Progettazione *software*

Arte vs. architettura

- Ca. 1915, lo scrittore H.G. Wells (1866-1946), autore, tra l'altro, di "*The War of the Worlds*" (1898), scrive al collega H. 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

Una definizione di architettura

- La decomposizione del sistema in componenti
- L' organizzazione di tali componenti
  - Definizione di ruoli, responsabilità, interazioni (chi fa cosa e come)
- Le interfacce necessarie all'interazione tra le componenti tra loro e con l'ambiente
  - Come le componenti possono collaborare
- I paradigmi di composizione delle componenti
  - Regole, criteri, limiti, vincoli (anche a fini di manutenibilità)

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

Criteri guida

- Esistono stili architetturali
  - Aderire a uno «stile» garantisce coerenza e consistenza
  - Le «scelte architetturali» determinano l'organizzazione dell'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
  - P.es.: 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, nelle comunicazioni
- Affidabilità (*reliability*)
  - È altamente probabile che svolga bene il suo compito quando utilizzata

Qualità di una buona architettura – 3

- **Disponibilità (*availability*)**
  - **Necessita di poco o nullo tempo di manutenzione fuori linea**
    - Non tutto il sistema deve essere interrotto se qualche sua parte è sotto intervento
- **Sicurezza rispetto a malfunzionamenti (*safety*)**
  - **È esente da malfunzionamenti gravi**
    - Il sistema dispone di un sufficiente grado di ridondanza per restare utilmente operativo anche in presenza di guasti locali
- **Sicurezza rispetto a intrusioni (*security*)**
  - **I suoi dati e le sue funzioni non sono vulnerabili a intrusioni**

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

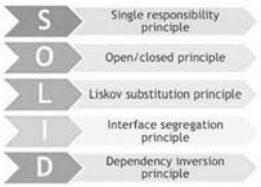
  - **E poi anche da Albert Einstein (1879 – 1955)**
    - "*Everything should be made as simple as possible, but not simpler*"

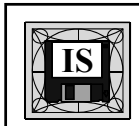
Incapsulazione

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

Coesione – 1

- 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



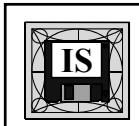


Coesione – 2

- Vi sono svariati tipi di coesione buona
- Funzionale, quando le parti concorrono al medesimo specifico compito
- Sequenziale, quando alcune azioni sono «vicine» ad altre per ordine di esecuzione e dunque conviene tenerle insieme
- Informativa, quando le parti agiscono sulla stessa unità di informazione

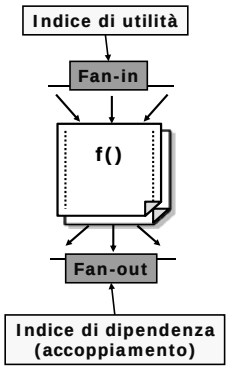
Accoppiamento – 1

- Parti diverse possono avere un grado di interdipendenza cattiva tra loro
  - Facendo assunzioni dall'esterno su come le parti facciano il loro mestiere all'interno (per variabili, locazioni, tipi)
  - Imponendo vincoli dall'esterno sull'interno di una parte (per ordine di azioni, uso di certi dati, formati, valori)
  - Condividendo frammenti delle stesse risorse (strutture dati)
- Un sistema è un insieme organizzato
  - Dunque ha necessariamente un po' di accoppiamento → la buona progettazione lo tiene basso



Accoppiamento – 2

- Proprietà esterna di componenti
  - Il grado U di utilizzo reciproco 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 produce componenti con SFIN elevato

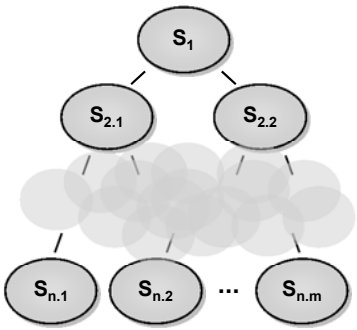


Riuso

- 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
  - Diventa risparmio nel medio termine (quindi è un investimento)

Progettazione 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



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* se impongono uno stile architetturale
- Utilissimi come base facilmente riusabile di diverse applicazioni entro un dato dominio
  - Molti importanti esempi nel mondo J2EE e JS
    - 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.

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)

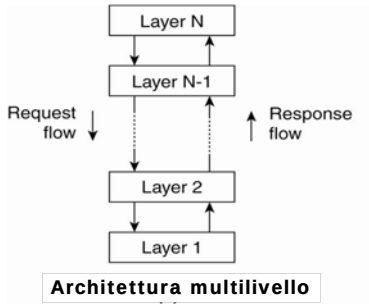
Design pattern

- **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

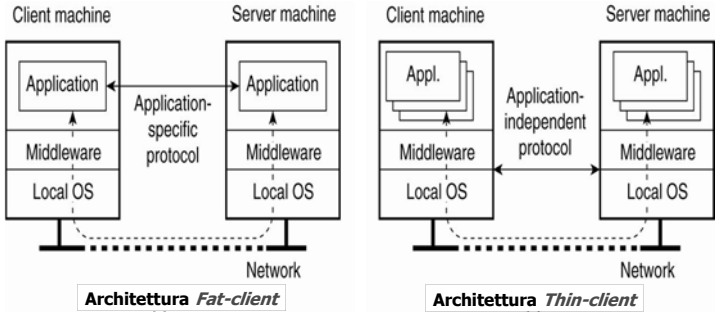


Tratto da: Tanenbaum & Van Steen, *Distributed Systems: Principles and Paradigms*, 2e, (c) 2007 Prentice-Hall, Inc.

Pattern architetturali – 2

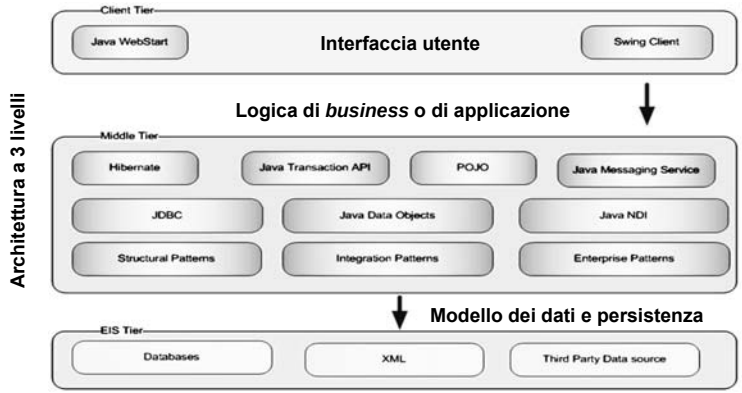
- **Architettura cliente-servente**
  - **Con cliente complesso ("*fat client*")**
    - Meno carico sul servente ma scarsa portabilità
  - **Con cliente semplificato ("*thin client*")**
    - Maggior carico di comunicazione ma buona portabilità
- **Architettura "*peer-to-peer*"**
  - **Interconnessione di scambio senza *server* intermedio**

Esempi – 2



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

Esempi – 3



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
- 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