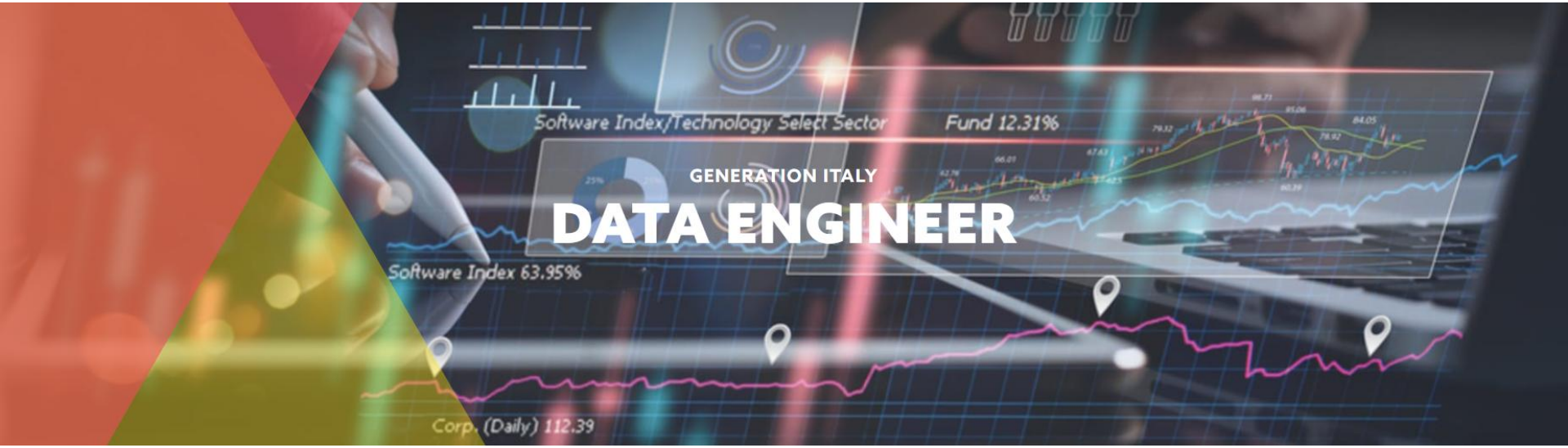
Data Engineer



Ingegneria del software

Franchini Roberto

Progettazione

La progettazione indirizza
realizzazione e codifica

Si tratta di una fase molto importate che porta a:

- *definire la struttura*
  che avrà il sistema
  - *determinare*
    la qualità del software

Cos'è la qualità del software?

- E' un insieme di **caratteristiche** del software che ne influenzano l'uso e la manutenzione
- Possono essere divise in due grandi gruppi:
  - **Esterne**, possono essere apprezzate da un utente del software
  - **Interne**, sono rilevabili da un esperto di software, non sono visibili agli utenti, ma influenzano le caratteristiche esterne
- In precedenza abbiamo visto che il costo prevalente
  - di un prodotto software si registra durante la fase di utilizzo:
  - *un software di qualità è meno costoso da mantenere*
- Nella produzione industriale molti parametri formano la qualità, non tutti sono contemporaneamente ottimizzabili,
  - spesso possono essere in conflitto tra loro
- *La qualità normalmente è un compromesso tra obiettivi diversi*

Parametri di qualità del software (1)

- **Correttezza**: capacità del software di eseguire correttamente i suoi compiti (secondo le relative specifiche)
- **Efficienza**: capacità del software di utilizzare in modo economico e razionale le risorse di calcolo (nello spazio e nel tempo)
- **Robustezza**: capacità del software di funzionare anche in condizioni anomale
- **Affidabilità**: capacità del software di presentare rari guasti
- **Usabilità**: il software presenta facilità di apprendimento e di utilizzo per l'utente
- **Sicurezza**: capacità del software di non consentire utilizzi non autorizzati
- **Costo**: il software presenta un adeguato costo (tempi di sviluppo, risorse) rispetto ai benefici
- **Estendibilità**: il software presenta facilità ad essere adattato a cambiamenti (nelle specifiche)

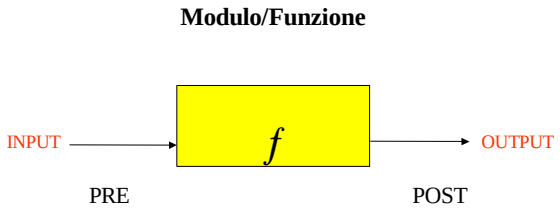
Parametri di qualità del software (2)

- **Riusabilità**: possibilità di utilizzare il software (in tutto o in parte) per diverse applicazioni
- **Strutturazione**: grado di organizzazione interna in parti con funzioni specifiche ed interagenti
- **Leggibilità**: capacità del programma di presentare esplicitamente le scelte fatte dal progettista
- **Mantenibilità**: il software presenta facilità di gestione dei problemi durante la fase di utilizzo
- **Modificabilità**: il software presenta facilità di modifica a seguito della scoperta di un errore o a causa di una variazione delle necessità applicative
- **Portabilità**: il software presenta facilità nel trasferimento in ambienti hardware e software di base diversi
- **Compatibilità**: facilità di combinare fra loro differenti prodotti software (necessità di standard per protocolli, interfacce, strutture dati standard)

Correttezza

- Un prodotto software può essere visto come una funzione computabile:
  - *è corretto se per ogni input viene fornita la risposta appropriata*

- Il prodotto è la realizzazione della funzione che l'utente vuole vedere computata



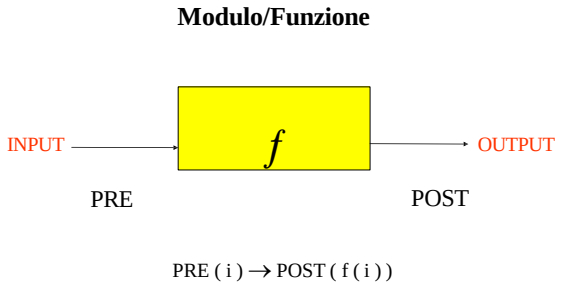
Efficienza

- Sia spaziale che temporale
- Un buon prodotto software dovrebbe:
  - *utilizzare poco spazio di memoria centrale e di memoria di massa*
  - *non intasare i canali di comunicazione*
  - *svolgere le sue funzionalità in breve tempo*

- Il software prodotto prima del SWE teneva conto solo di questi due parametri (Correttezza ed Efficienza)
  - e questa fu una causa che portò alla crisi del software

- I parametri relativi a spazio e velocità chiaramente hanno sempre meno importanza per il decremento del costo dell'hardware e
  l'aumento della sua velocità
  - poi sono stati introdotti gli altri parametri dei quali tenere conto per la produzione di un software di qualità

Robustezza (1)



- Consideriamo un prodotto software come una funzione computabile **f**

  Si possono esprimere le specifiche di **f**:

  PRE (i) → POST (f (i))

  dove PRE (i) definisce il dominio di **f**

  La correttezza è definita solamente su gli input che soddisfano le precondizioni di **f**

Robustezza (2)

- Un software si definisce robusto se non succede nulla di male quando un **input non rispetta le precondizioni**
- *La robustezza si raggiunge definendo un comportamento per la funzione quando l'input non è corretto*
  - **Estensione del dominio**:
    si definisce un valore per f quando l'input non è corretto
    (non sempre è possibile, ad es. se la funzione è la radice di x, la precondizione è $x \geq 0$, se viene fornito un x negativo si potrebbe restituire un numero complesso, e se viene fornito un carattere?)
  - **Gestione delle eccezioni**:
    nella forma più semplice viene emesso un messaggio di errore e viene richiesto un nuovo input
- Assicurare la robustezza di un sistema è estremamente costoso
  - qualunque input fornisca l'utente il sistema deve essere in grado di rispondere senza bloccarsi

Affidabilità (1)

- *Si tratta della probabilità*
  che non succeda qualche guaio
  non dipendente da input scorretto (robustezza)
- Riguarda il sistema hardware e software
- E' misurabile attraverso statistiche
- Unità di misura dell'affidabilità (ad esempio):
  - Tempo medio tra due guasti
  - Frequenza media dei guasti
- Il grado di affidabilità richiesto da un sistema dipende dal sistema stesso:
  - il sistema di gestione di un aeroplano deve avere altissima affidabilità, mentre questo è un parametro non essenziale per un sistema di gestione di una biblioteca

Affidabilità (2)

- Il grado di affidabilità richiesto al sistema è un **parametro** che di solito entra a far parte del contratto: è una <u>specifica non funzionale</u>

  – I sistemi di gestione delle centraline telefoniche e degli aerei di linea sono sistemi ai quali deve essere garantita un'elevatissima affidabilità, che viene raggiunta normalmente duplicando o triplicando il sistema, facendo eseguire ogni operazione in parallelo e facendo controlli sulla consistenza dei risultati

- <u>Se la probabilità di errore in un sistema è di 0,001 nel sistema duplicato scende a 0,000001</u>

Usabilità

- Si tratta di un parametro molto soggettivo rispetto ai precedenti: è infatti **legato a fattori umani**
- *Un sistema è usabile se l'utente si trova a proprio agio con esso, fa pochi errori, lo trova gradevole, user-friendly*
- L'usabilità si può quantificare in qualche modo, ad esempio:
  - *"il sistema è usabile se dopo un addestramento di 4 ore, l'utente medio non fa più di n (piccolo) errori al giorno"*
  - in questo caso l'usabilità può rientrare tra i parametri presenti nel contratto
- L'usabilità è il fattore che determina il successo di un sistema (si pensi ad esempio al DOS e a Windows)
- L'usabilità costa e va calibrata sulla specializzazione dell'utenza
  - un editor o un data-entry devono essere usabili
  - un sistema per calcolare equazioni differenziali lo può essere molto meno essendo indirizzato ad un'utenza ristretta e specialistica

Mantenibilità (1)

- *Il grado di matenibilità di un sistema è funzione della facilità di gestione dei problemi durante la fase di utilizzo*
- Anche la mantenibilità può essere considerata nel contratto
- Il grado di mantenibilità richiesto dipende dall'applicazione
- Per un'applicazione che verrà utilizzata una sola volta non servirà garantire la mantenibilità
  - ad esempio:
    il sistema di gestione di un censimento,
    che si ripete ogni 10 anni,
    ma con caratteristiche diverse

Mantenibilità (2)

- La mantenibilità è strettamente collegata al costo di manutenzione e riguarda essenzialmente due aspetti:
  - Modificabilità
    indica la difficoltà di modificare il sistema
    a seguito della scoperta di un errore
    o a causa di una variazione delle necessità applicative
    e dipende da:
    - modularità del sistema
    - leggibilità e comprensibilità del codice (codice autodocumentante)
    - documentazione che accompagna il sistema
  - Portabilità
    riguarda la necessità di portare il sistema su piattaforma hardware e/o software diverse da quelle considerate in partenza, operazione che deve poter essere fatta con un costo limitato

Compromessi nella qualità del software

Di solito non è mai possibile massimizzare contemporaneamente tutte le qualità del software, bisogna sempre scendere a qualche compromesso

Sicurezza  Usabilità

Efficienza  Portabilità

Modularità

Come suddividere un sistema in moduli?

- Un sistema va diviso logicamente in parti componenti, in sottocomponenti, in componenti elementari:
  - *ogni componente è un modulo*
    - Un **modulo** è un unità che:
      - ha un compito preciso
      - offre un insieme di servizi agli altri moduli
      - può utilizzare i servizi degli altri moduli
- Una buona modularizzazione è essenziale per la qualità di un sistema di grandi dimensioni
- La bontà di una modularizzazione non è misurabile, la bontà di un modulo si può ricondurre a tre parametri:
  - Dimensione
  - Coesione
  - Accoppiamento

Modularità – Dimensione dei moduli

- *Il sistema dovrebbe essere costituito da moduli "piccoli"*
  e quindi facilmente comprensibili
  - E' una considerazione molto qualitativa
  - nella realtà è meglio suddividere in pochi moduli grandi
    ma ben tagliati,
    che in tanti piccoli moduli organizzati male
- E' necessario definire una dimensione media ottimale
  per un modulo
  - questa dimensione però dipende dallo strumento di
    realizzazione,
    varia quindi per ogni linguaggio di programmazione
    e dalle strutture che questo mette a disposizione
    (routine, funzioni, procedure ecc.)

Modularità – Coesione interna

- La **coesione interna** è il grado di intercorrelazione dei componenti un modulo
  - *un modulo si può definire buono quando ha la massima coesione interna, cioè non contiene nessuna componente "esterna"*
    - La gerarchia dei gradi di coesione di un modulo
  - Occasionale: non vi è alcun motivo per il quale i componenti del modulo sono stati messi assieme, sono privi i relazioni
  - Temporale: i componenti del modulo sono un insieme di funzioni che vengono richiamate in sequenza secondo un ordine prefissato
  - Per dati: le varie parti del modulo operano su dati comuni definiti all'interno del modulo
    - Per accesso a dati astratti: un modulo contiene tutte e sole le funzioni che definiscono un tipo di dati astratto ed eventualmente una sua rappresentazione
  - Funzionalità specifiche: un modulo contiene tutto e solo ciò che serve alla realizzazione delle funzioni

Modularità – Accoppiamento

- L'**accoppiamento** è il grado di interrelazione di un modulo con gli altri moduli del sistema
  - *i moduli devono presentare il minimo accoppiamento*
  - *se l'accoppiamento è alto modificare un modulo implica la modifica anche dei moduli che sono in relazione con questo*
- La gerarchia dei gradi di accoppiamento di un modulo
  - Per dati in comune: vi sono dati in comune sui quali i moduli lavorano (variabili globali)
  - Per controllo: quando un modulo può eseguire una parte selezionata di un altro (ad esempio chiamando il modulo con un parametro che funge da switch tra le varie operazioni che realizza).
  - Per parametri: quando non ci sono variabili globali ma i moduli comunicano solo per mezzo di parametri

Quando si ottiene una buona modularizzazione?

- Una buona modularizzazione:
  - *ogni modulo deve avere la massima coesione ed il minimo accoppiamento*
- I principi da adottare per la modularità
  - Alta coesione: omogeneità interna del modulo
  - Basso accoppiamento: indipendenza del modulo da altri
  - Interfacciamento esplicito: modalità di utilizzo chiare
  - Information hiding: dettagli nascosti nel modulo

- In genere questi obiettivi si ottengono definendo un modulo per ogni funzione (oppure per ogni tipo di dato astratto) e facendo comunicare i moduli tramite il solo passaggio di parametri, con al più qualche variabile globale ben specificata

Modularità – Accorgimenti da adottare

- Unitarietà

un modulo corrisponde ad una unità concettuale,
ne incorpora tutti gli aspetti

- Interfacce esplicite

la comunicazione tra due moduli è evidente dall'esame del loro testo

- Poche interfacce

ogni modulo comunica con il minor numero possibile di altri moduli

- Interfacce piccole

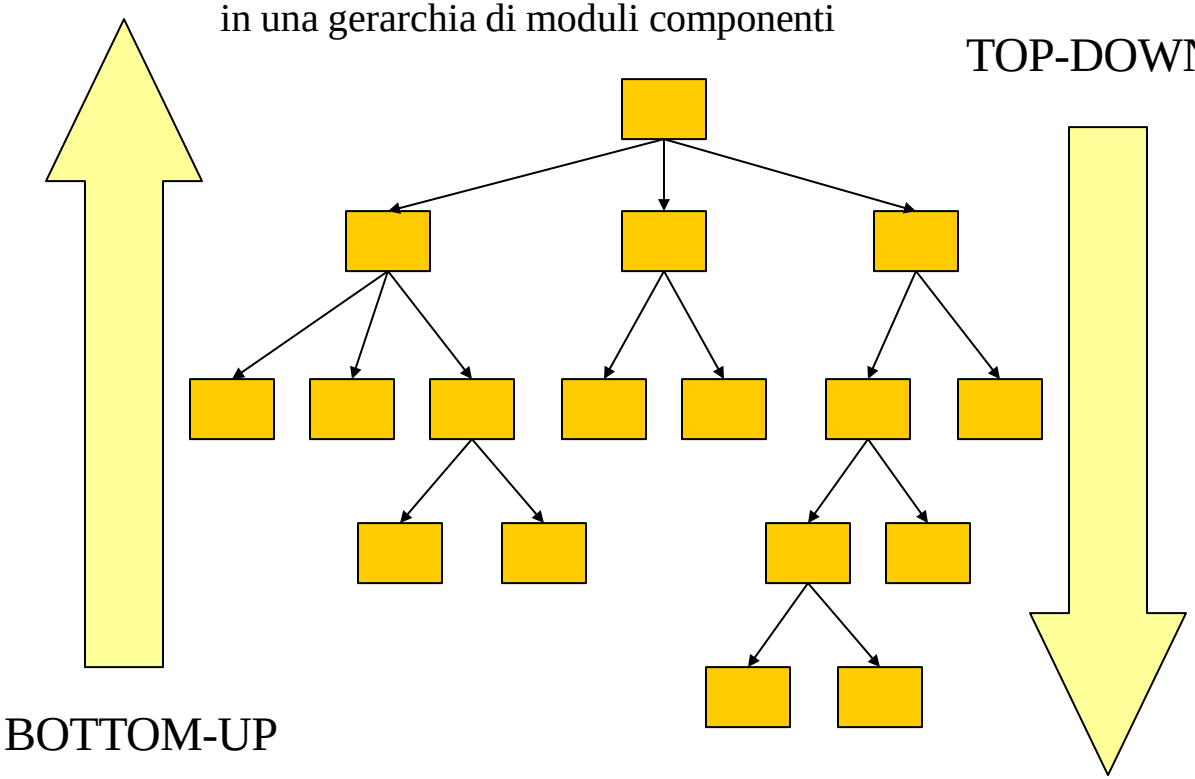
due moduli comunicano scambiandosi il minor numero di informazioni possibili (minima Q di informazione)

- Privatezza dell'informazione

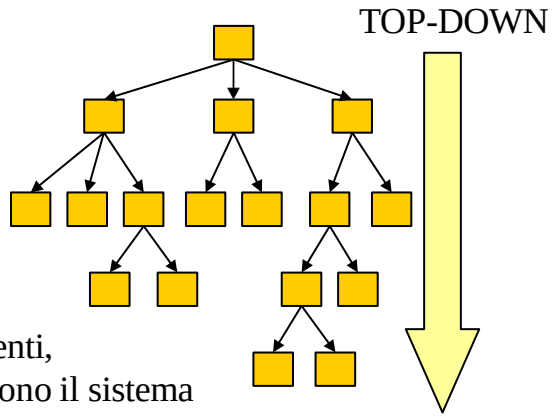
le informazioni non soggette a scambio tra moduli devono essere gestite privatamente all'interno del modulo

Progettazione – Direzione di sviluppo

Richiede la suddivisione del sistema da realizzare
in una gerarchia di moduli componenti



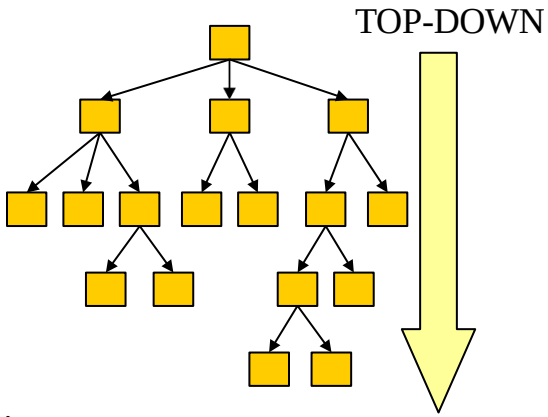
Strategia di sviluppo Top-down



- La strategia top-down si basa sull'idea che la struttura del problema deve determinare la struttura del sistema (viene considerato come un'entità astratta priva di dettagli circa il modo nel quale è realizzata)
  - viene identificato un insieme di componenti, visti a loro volta come entità astratte che costituiscono il sistema
  - ogni componente viene raffinata nelle sue parti costituenti
- il processo continua fino a quando non vengono identificate le componenti elementari (che potranno essere direttamente realizzate con gli strumenti scelti)
- la gerarchia viene derivata partendo dalla radice ed andando verso le foglie, a ogni livello corrisponde un livello di astrazione della sistema

Top-down Vantaggi e svantaggi

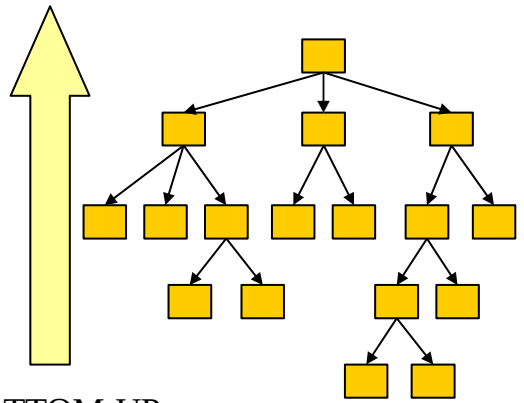
- La decomposizione
a partire dalle specifiche porta,
in assenza di altri vincoli,
ad una modularità molto buona:
la gerarchia è ad albero



- Quando si arriva all'ultimo passo
della decomposizione i moduli fondamentali
sono completamente dipendenti dal progetto complessivo e quindi:
  - è raro che siano stati già realizzati in precedenza
  - l'approccio top-down rende difficile il riutilizzo del software

Strategie di sviluppo Bottom-up

- La strategia bottom-up opera nel senso inverso
  - vengono prima definiti i moduli di più basso livello
  - vengono poi combinati per ottenere i moduli di livello superiore
  - così di seguito fino ad arrivare al nodo radice, cioè al modulo che definisce il sistema nel suo complesso

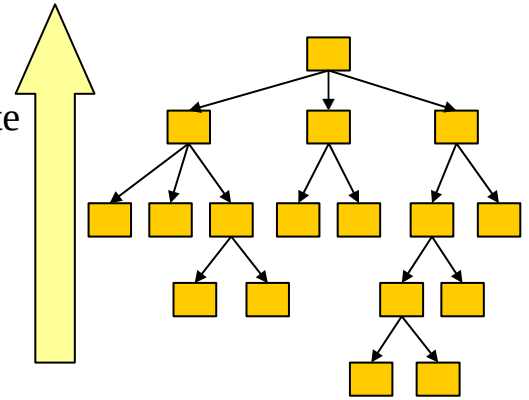


BOTTOM-UP

Bottom-up Vantaggi e svantaggi

- Risulta semplice partire da componenti esistenti per costruire il sistema complessivo
  - La gerarchia dei moduli è tipicamente a grafo

- La strategia bottom-up massimizza il riutilizzo del software ma solitamente non porta alla migliore modularizzazione ed efficienza



BOTTOM-UP

Qual è la migliore strategia per la direzione di sviluppo?

- Normalmente la definizione della gerarchia dei moduli avviene con un procedimento intermedio tra top-down e bottom-up

- Non si attua in un solo passaggio ma in modo ciclico

– Inizialmente si segue una strategia prevalentemente top-down (che ben si adatta alla soluzione del problema)

– Si tiene in considerazione per il riutilizzo eventuale software già implementato o moduli per i quali risulta subito chiaro che devono realizzare determinate funzionalità

– Si confrontano i moduli ottenuti con quelli esistenti: se si trovano moduli simili o già realizzati, si modifica il progetto per riutilizzarli

– Il progetto viene visto e rivisto più volte

Strategia di progetto orientata alle funzioni

- Ortogonalmente alla direzione di sviluppo bisogna decidere cosa mettere nei moduli
  - Vi sono diverse strategie di progetto
- Nella strategia orientata alle funzioni un modulo racchiude una funzionalità
  - *è un metodo di razionalizzare la progettazione spesso seguito istintivamente*
- Il progetto viene scomposto in un insieme di unità interagenti, ognuna corrispondente ad una funzione chiaramente definita
  - Questo approccio garantisce una coesione di tipo funzionale e, se la decomposizione è fatta bene, determina spesso un basso accoppiamento

Le fasi della strategia di progetto orientata alle funzioni

- Analisi del flusso di dati

Viene schematizzato il flusso di dati all'interno del sistema determinando le unità funzionali di trasformazione dei dati (si tratta di una fase costosa)

- Progetto statico

Sulla base di quanto prodotto nel passo precedente
si individuano i moduli del sistema,
che vengono a loro volta suddivisi in sottomoduli
fino a quando si arriva alle componenti elementari,
determinando la gerarchia dei moduli

- Progetto dettagliato

Viene definita la struttura interna dei moduli,
vengono prese decisioni realizzative per le strutture dei dati da utilizzare
ed eventualmente per il controllo
Si tratta di una fase immediatamente precedente la realizzazione (codifica), ma da essa distinta e di livello più alto

– Ad esempio potrebbe essere un programma parziale con istruzioni del linguaggio intervallate da espressioni in linguaggio naturale ed altro

I punti di decisione

- Non sempre la strategia di progettazione orientata alle funzioni è la migliore, anzi può portare alla definizione di moduli fortemente accoppiati
- Anche in presenza di un'ottima coesione si può presentare un pessimo accoppiamento a causa di moduli che comunicano per mezzo di dati in comune
  - *la minima modifica della rappresentazione di questi dati si ripercuote su*
  - *tutti i moduli che devono essere quindi modificati*
- Per risolvere il problema dell'accoppiamento è necessario che le funzioni, cioè i moduli, interagiscano con una visione astratta dei dati
  - *una soluzione è l'utilizzo di tipi di dati astratti per rappresentare le varie categorie di dati*
- Il criterio di Parnas vede la progettazione come un insieme di punti di decisione

I punti di decisione e le funzionalità

- La prima fase della progettazione deve individuare
  - le decisioni importanti
    cioè critiche,
    che influenzano pesantemente il funzionamento del progetto
  - le decisioni soggette a cambiamenti

- Si associa poi ad ogni decisione importate un modulo

- I moduli vengono quindi a coincidere con le decisioni
  - *il modulo non rende nota al mondo esterno una decisione ma la funzionalità che realizza*

Information hiding

- Il principio dell'information hiding
  - *un modulo offre all'esterno un insieme di funzionalità*
    senza rivelare come sono realizzate
- Ogni modulo deve nascondere una decisione ma deve fornire all'esterno certe funzionalità
- Ogni modulo offre all'esterno un certo numero di funzioni di interfaccia
  per manipolare l'entità astratta nascosta nel modulo,
  senza però mai rilevare agli altri moduli la sua effettiva realizzazione
- Ogni modulo ha delle strutture dati private non accessibili se non tramite le funzioni di interfaccia
- Viene così risolto il problema dell'accoppiamento
  - *i moduli comunicano solamente per mezzo di funzioni di interfaccia e per mezzo dei loro parametri*

Strategia di progetto orientata agli oggetti (1)

- La tecnica di progettazione basata sulle decisioni è stata individuata da Parnas nel 1972
- Queste idee sono state integrate

  nella progettazione orientata agli oggetti
  - che porta a moduli di altissima coesione e debolissimo accoppiamento
- *L'idea consiste nel progettare un sistema come un insieme di oggetti interagenti*
- Ogni oggetto è costituito da:
  - uno stato

    cioè una rappresentazione interna nascosta agli altri oggetti (information hiding)
  - un insieme di funzionalità

    che gli altri oggetti possono utilizzare in modo controllato, per accedere e modificare informazioni contenute nell'oggetto (e cioè il suo stato)

Strategia di progetto orientata agli oggetti (2)

- Un oggetto è quindi noto all'esterno come un insieme di funzionalità, le funzioni di interfaccia costituiscono il protocollo dell'oggetto
  - i dettagli realizzativi di un oggetto non sono noti all'esterno (information hiding)
    - gli oggetti modellano i concetti del dominio, sono i moduli del software che viene costruito
  - le funzioni sono preposte alla manipolazione degli oggetti ed alla loro comunicazione
- Gli oggetti comunicano mediante message passing (cioè logicamente)
  - sono entità attive e la chiamata di un modulo è vista come la richiesta ad un oggetto di eseguire una sua funzionalità
    - Il sistema risultante è altamente modificabile
      - l'obiettivo della progettazione orientata agli oggetti è di progettare il sistema in sottosistemi mutuamente indipendenti che comunicano per mezzo di interfacce astratte

Strategia di progetto orientata agli oggetti (3)

- **Incapsulamento**: ogni modulo (classe) è una implementazione di un tipo astratto, contiene l'implementazione delle funzioni del tipo ed i dati necessari
- **Information hiding**: l'interfaccia della classe fornisce i servizi disponibili all'esterno (funzioni del tipo astratto), il resto rimane nascosto e non visibile alle classi interagenti
- **Genericità**: si possono far corrispondere ad uno o più domini dei tipi parametrici (template)
- **Ereditarietà**: una classe può essere definita (ereditata) in termini di differenze da un'altra
- **Polimorfismo**: un identificatore può denotare funzioni comuni a classi diverse
- **Binding dinamico**: vengono invocati i metodi della classe alla quale l'oggetto appartiene

Differenze tra approccio funzionale e ad oggetti

- Nell'approccio funzionale

  le decisioni sulla rappresentazione dei dati e la condivisione di informazioni sullo stato devono essere prese prima

  - *questo tende ad aumentare l'accoppiamento del sistema e quindi a ridurre la modificabilità dello stesso*
- Entrambi i metodi portano ad una buona coesione
- Il metodo funzionale porta a coesione intorno alle funzionalità
- La progettazione ad oggetti porta a coesione attorno ad entità

- In quali condizioni è opportuno usare la progettazione orientata alle funzioni

  ed in quali la progettazione orientata agli oggetti?

La migliore strategia?

- Si possono vedere come due strategie complementari piuttosto che alternative, nella progettazione possiamo individuare fasi temporalmente consequenziali:
  - Inizialmente il **sistema** da realizzare si presenta logicamente costruito da un insieme di sottosistemi che realizzano delle funzionalità
  - Ogni **sottosistema** può essere modellato come un oggetto al quale si associano le relative funzionalità:
    - *è opportuno usare una strategia orientata agli oggetti*
  - In un successivo momento si determina per certe **operazioni** un preciso flusso di dati che consente di determinare una sequenza di operazioni:
    - *è opportuno allora usare una strategia funzionale*
  - Si entra poi nel dettaglio della **struttura dei moduli**, vengono prese decisioni che è opportuno mantenere nascoste all'esterno dei moduli vengono presentate solamente le funzionalità richieste:
    - *è opportuno ritornare di nuovo ad una strategia orientata agli oggetti*
  - Il progetto viene visto e rivisto più volte (iterazioni)

La progettazione ad oggetti

- L'approccio ad oggetti non è adeguato

  per modellare situazioni prive di uno **stato**

- E' molto adeguato per modellare situazioni nelle quali vi sono **oggetti fisici**:
  - corrispondenza tra oggetti fisici ed oggetti logici
  - oggetti omogenei si potranno raggruppare in classi
  - che si potranno poi specificare in sottoclassi

- Un esempio

Un esempio (1)

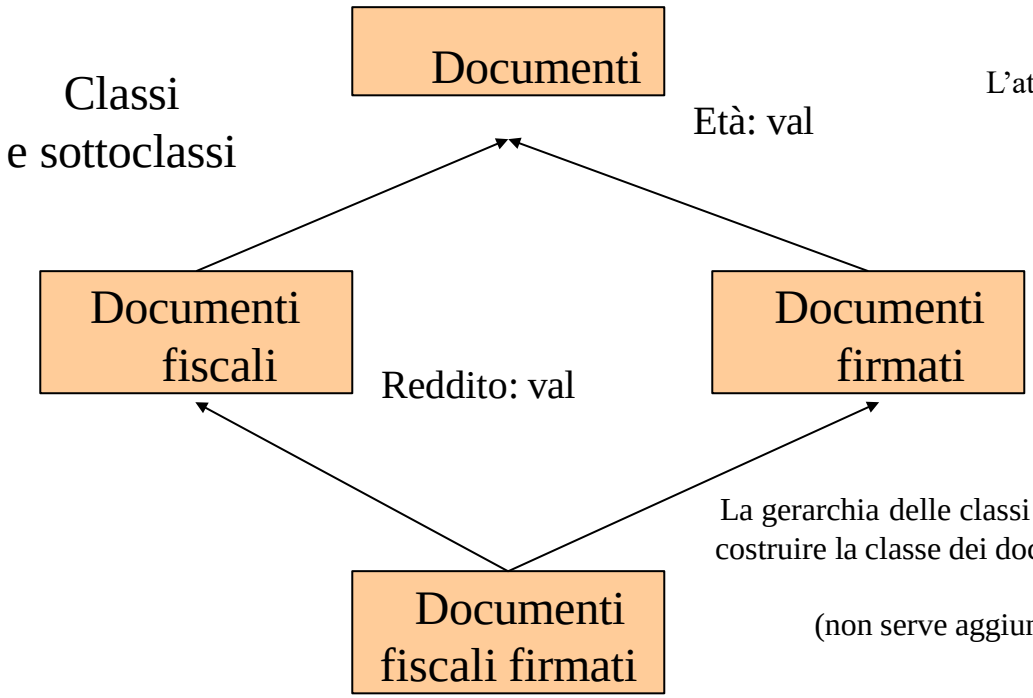
- Un sistema di gestione amministrativa di posizioni lavorative, costituito da un database dei dipendenti, da documenti elettronici riferiti ad ogni dipendenti, alcuni con allegati, altri firmati ecc.
- La gestione dei documenti consente di associare e trattare a seconda delle diverse esigenze i documenti riferiti ad un dipendente
- Tutti i documenti hanno la sessa struttura, cioè rappresentano il loro stato allo stesso modo e rispondono agli stessi messaggi, cioè hanno lo stesso protocollo

Un esempio (2)

- La **classe** definisce la rappresentazione dello **stato** e le **operazioni** di tutti i possibili documenti
  - un singolo documento è una **istanza** della classe dei documenti, e differisce da un altro documento solamente per i dati che ne costituiscono lo stato
- Si possono modellare documenti particolari, ad esempio i documenti che forniscono lo stato fiscale del dipendente:
  - si tratta di un normale documento con in più la struttura dati e le operazioni per la gestione della posizione fiscale
  - si definisce una **sottoclasse** della classe dei documenti
- Nella sottoclasse si elencano solamente le proprietà (dello stato e delle operazioni)
  - che distinguono le sue istanze dalle istanze della classe
  - le altre proprietà vengono **ereditate** automaticamente
- Lo stesso vale per esempio per i documenti firmati elettronicamente

Un esempio (3)

Gerarchia e rappresentazione dello stato delle varie classi



L'attributo età viene ereditato dalle sue sottoclassi

La gerarchia delle classi non è per forza arborea, ad esempio si può costruire la classe dei documenti fiscali firmati come sottoclasse dei precedenti
(non serve aggiungere alcun attributo ed operazione)