



Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Ingegneria del Software

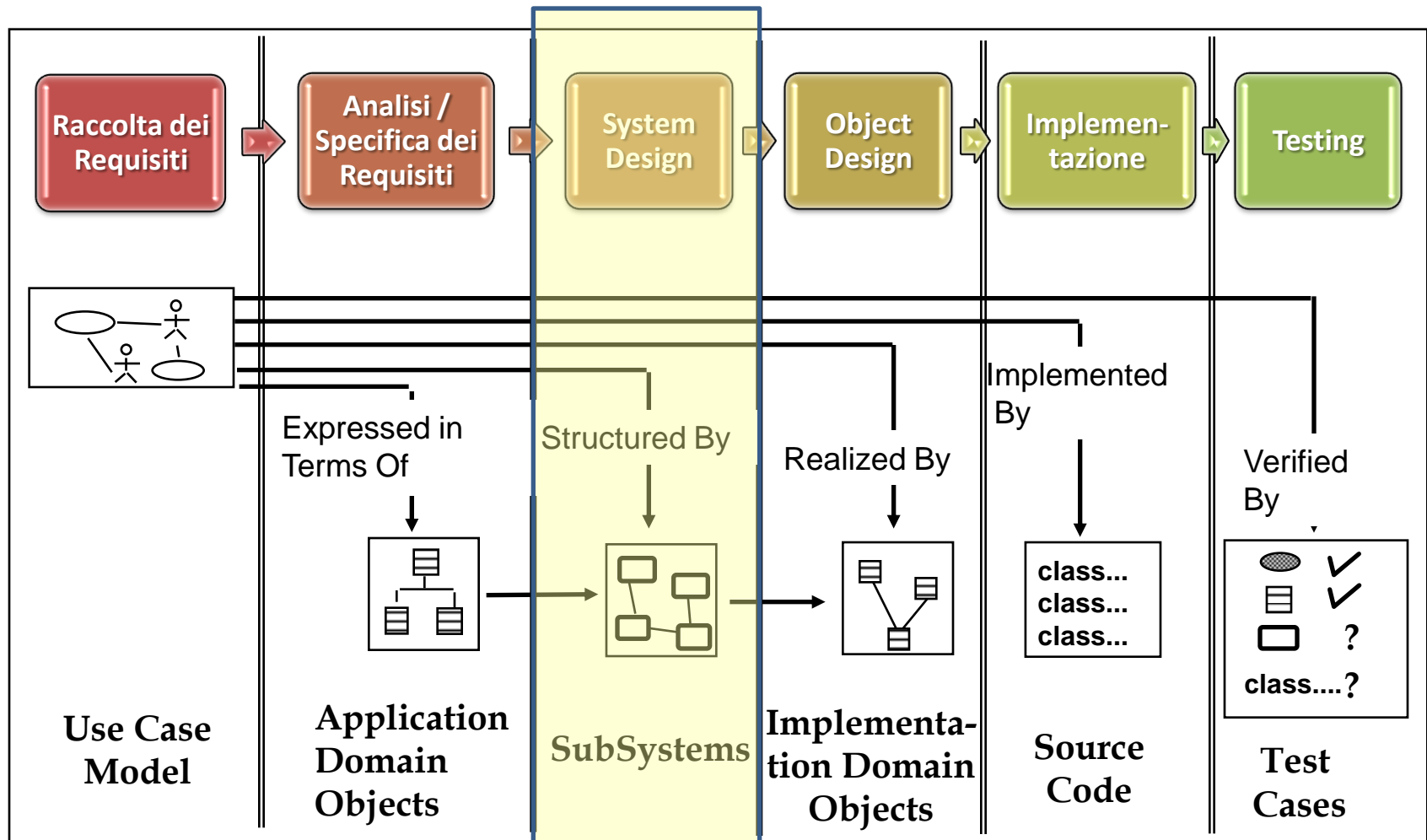
a.a. 2009/10

Argomento 10: System Design

Obiettivi della lezione

- Comprendere le attività del System Design
 - Strutturazione in sottosistemi
 - Rispettando gli obiettivi del sistema
 - Linee guida per la definizione di artefatti
 - Concetti di Coesione ed Accoppiamento tra artefatti

Software Lifecycle Activities



Progettazione di un sistema

- La progettazione di un sistema (System Design) è l'insieme dei task svolti dall'ingegnere del software per trasformare il modello di analisi nel modello di design del sistema
- Obiettivo ultimo è definire un nuovo documento, scritto in linguaggio tecnico/formale, da dare ai programmatori affinché questi siano in grado di implementare il software descritto nel Documento dei Requisiti Software

Scopo del system design

- Definire gli obiettivi di design del progetto
- Decomporre il sistema in sottosistemi più piccoli che possono essere realizzati da team individuali
- Selezionare le strategie per costruire il sistema, quali:
 - Strategie hardware/software
 - Strategie relative alla gestione dei dati persistenti
 - Il flusso di controllo globale
 - Le politiche di controllo degli accessi
 - ...

Output del system design

- Un documento contenente:
 - Una chiara descrizione di ognuna delle strategie elencate nella slide precedente
 - un insieme di modelli statici/dinamici del sistema che includano la decomposizione del sistema in sottosistemi
 - Formalizzato con Class Diagram, Sequence Diagrams, StateChart, etc... di UML

II System Design

System Design

- Cambiamo radicalmente punto di vista:
 - Finora abbiamo lavorato per interagire col cliente
 - Linguaggio per profani, poco formale
 - Nel system design i nostri interlocutori sono le squadre di programmatori che dovranno implementare il sistema
 - Chi leggerà i nostri documenti sarà un esperto di informatica
 - Linguaggio per esperti tecnici

System Design

- Cambiamento di obiettivo.
- Da “Are we doing the right thing” a “Are we doing things right”?
- Analisi: si focalizza sul dominio di applicazione
 - “Stiamo facendo la cosa giusta?”
- Design: si focalizza sul dominio di implementazione
 - “Stiamo facendo la cosa bene?”
 - Dobbiamo raggiungere dei compromessi fra i vari obiettivi di design che sono spesso in conflitto gli uni con gli altri
 - Dobbiamo anticipare molte decisioni relative alla progettazione pur non avendo una chiara idea del dominio della soluzione

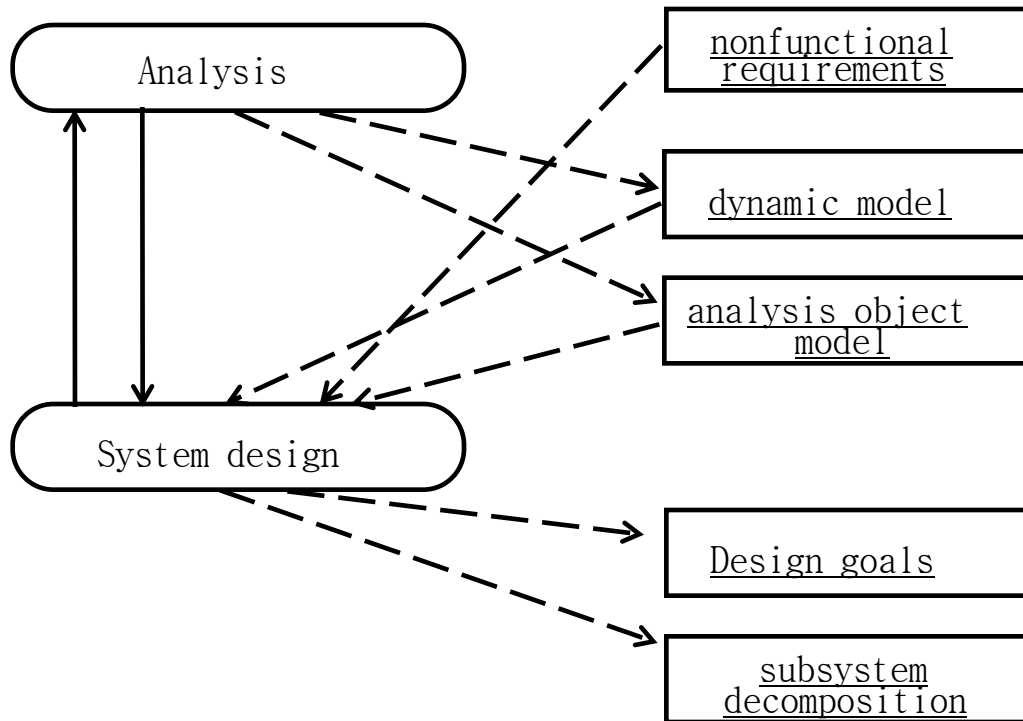
Attività del system design

- Il system design è costituito da tre macro-attività:
 1. Progettazione della decomposizione del sistema in sottosistemi.
 - Utilizziamo linee guida e stili architetture standard.
 2. Identificare gli obiettivi di design: gli analisti identificano e definiscono le priorità delle qualità del sistema
 3. Raffinare la decomposizione in sottosistemi per rispettare gli obiettivi di design: la decomposizione iniziale di solito non soddisfa gli obiettivi di design. Gli sviluppatori la raffinano finché gli obiettivi non sono soddisfatti.

Input che provengono dalla fase di specifica dei Requisiti Software

- Il modello di analisi descrive il sistema dal punto di vista degli attori.
- Non contiene informazioni sulla struttura interna del sistema, la sua configurazione hardware e, in generale, su come il sistema dovrebbe essere realizzato.
- L'analisi fornisce in output il modello dei requisiti descritto dai seguenti prodotti:
 1. Use Case model => descrive le funzionalità del sistema dal punto di vista degli attori
 2. Object model => descrive le entità manipolate dal sistema
 3. Un sequence diagram per ogni scenario significativo => mostra la sequenza di interazioni fra gli oggetti che partecipano al caso d'uso
 4. Altri diagrammi dinamici, ove necessario (Statecharts + Activity)
 5. Requisiti non funzionali e vincoli

Input e output



Identificare gli obiettivi qualitativi del sistema

- E' il primo passo del system design
- Identifica le qualità su cui deve essere focalizzato il sistema
- Molti design goal possono essere ricavati dai requisiti non funzionali o dal dominio di applicazione, altri sono forniti dal cliente
- E' importante formalizzarli esplicitamente poiché ogni importante decisione di design deve essere fatta seguendo lo stesso insieme di criteri

Criteri di design

- Possiamo selezionare gli obiettivi di design da una lunga lista di qualità desiderabili.
- I criteri sono organizzati in cinque gruppi:
 1. Performance
 2. Affidabilità
 3. Costi
 4. Mantenimento
 5. Criteri End user

Criteri di Performance

- Includono i requisiti imposti sul sistema in termini di spazio e velocità
- Tempo di risposta: con quali tempi una richiesta di un utente deve essere soddisfatta dopo che la richiesta è stata immessa?
- Throughput: quanti task il sistema deve portare a compimento in un periodo di tempo prefissato?
- Memoria: quanto spazio è richiesto al sistema per funzionare?
- ...

Criteri di affidabilità

- Quanto sforzo deve essere speso per minimizzare i crash del sistema e le loro conseguenze?
- Rispondono alle seguenti domande:
 - Robustezza. Capacità di sopravvivere ad input non validi immessi dall'utente
 - Attendibilità. Differenza fra comportamento specificato e osservato
 - Disponibilità. Percentuale di tempo in cui il sistema può essere utilizzato per compiere normali attività
 - Tolleranza ai fault. Capacità di operare sotto condizioni di errore
 - Sicurezza. Capacità di resistere ad attacchi di malintenzionati
 - Fidatezza. Capacità di evitare di danneggiare vite umane, anche in presenza di errori e di fallimenti.

Criteri di costi

- Includono i costi per sviluppare il sistema, per metterlo in funzione e per amministrarlo.
- Quando il sistema sostituisce un sistema vecchio, è necessario considerare il costo per assicurare la compatibilità con il vecchio o per transitare verso il nuovo sistema
- I criteri di costo:
 - Costo di sviluppo del sistema iniziale
 - Costo relativo all'installazione del sistema e training degli utenti
 - Costo per convertire i dati del sistema precedente. Questo criterio viene applicato quando nei requisiti è richiesta la compatibilità con il sistema precedente (backward compatibility)
 - Costo di manutenzione. Costo richiesto per correggere errori sw o hw
 - Costo di amministrazione. Costo richiesto per amministrare il sistema

Criteri di mantenimento

- Determinano quanto deve essere difficile modificare il sistema dopo il suo rilascio
 - Estendibilità. Quanto è facile aggiungere funzionalità o nuove classi al sistema?
 - Modificabilità. Quanto facilmente devono essere cambiate le funzionalità del sistema?
 - Adattabilità. Quanto facilmente può essere portato il sistema su differenti domini di applicazione?
 - Portabilità. Quanto è facile portare il sistema su differenti piattaforme?
 - Leggibilità. Quanto facile deve essere capire il sistema dalla lettura del codice?
 - Tracciabilità dei requisiti. Quanto è facile mappare il codice nei requisiti specifici?

Criteri di End User

- Includono qualità che sono desiderabili dal punto di vista dell'utente, ma che non sono state coperte dai criteri di performance e affidabilità.
- Criteri:
 - Utilità: quanto bene dovrà il sistema supportare il lavoro dell'utente?
 - Usabilità: quanto dovrà essere facile per l'utente l'utilizzo del sistema?

Design Trade-offs

- Quando definiamo gli obiettivi di design, spesso solo un piccolo sottoinsieme di questi criteri può essere tenuto in considerazione.
 - Es: non è realistico sviluppare software che sia simultaneamente sicuro e costi poco.
- Gli sviluppatori devono dare delle priorità agli obiettivi di design, tenendo anche conto di aspetti manageriali, quali il rispetto dello schedule e del budget.

Design Trade-offs (cont.)

- Esempi:
- Spazio vs. velocità. Se il software non rispetta i requisiti di tempo di risposta e di throughput, è necessario utilizzare più memoria per velocizzare il sistema (es. Caching, più ridondanza). Se il software non rispetta i requisiti di memoria, può essere compresso a discapito della velocità.
- Tempo di rilascio vs. funzionalità. Se i tempi di rilascio sono stringenti, possono essere rilasciate meno funzionalità di quelle richieste, ma nei tempi giusti.
- Tempo di rilascio vs. qualità. Se i tempi di rilascio sono stretti, il project manager può rilasciare il software nei tempi prefissati con dei bug e, in tempi successivi, correggerli, o rilasciare il software in ritardo, ma con meno bug.
- Tempo di rilascio vs. staffing. Può essere necessario aggiungere delle risorse al progetto per accrescere la produttività.

Pensare in avanti

- Quando progettiamo una classe dovremmo sforzarci di pensare a quali cambiamenti potranno essere richiesti in futuro
- *“Progettare per **ANTICIPARE IL CAMBIAMENTO**”*
- Le nostre scelte iniziali potrebbero facilitare l'evoluzione futura
 - E' una delle richieste fondamentali, nonché fonte di valutazione, per il progetto!

Concetti di base di Design

Qualità del codice

Concetti di System Design

- Molti criteri di Design sono strettamente dipendenti dal problema trattato
 - La scelta del miglior bilanciamento tra i vincoli posti è un compito dell'analista, che opera in base alla propria esperienza/sensibilità
- Esistono però dei criteri di Design generici, che valgono per qualunque software O-O
 - Questi criteri, se ben applicati, migliorano notevolmente la qualità interna del codice, senza introdurre particolari svantaggi

Concetti di System Design

- Obiettivi:
 - Definire la decomposizione del sistema in sottosistemi
 - Definire le interfacce dei sottosistemi
 - come i vari sottosistemi forniscono dei servizi agli altri sottosistemi?
 - Definire le classi in ogni sottosistema
- Il tutto mirando a rispettare i criteri di design imposti dal dominio applicativo

Sottosistemi e classi

- Per ridurre la complessità della soluzione, decomponiamo il sistema in parti più piccole, chiamate **sottosistemi**.
- Un sottosistema tipicamente corrisponde alla parte di lavoro che può essere svolta autonomamente da un singolo sviluppatore o da un team di sviluppatori.
- Decomponendo il sistema in sottosistemi relativamente indipendenti, i team di progetto possono lavorare sui sottosistemi individuali con un minimo overhead di comunicazione.
- Nel caso di sottosistemi complessi, applichiamo ulteriormente questo principio e li decomponiamo in sottosistemi più semplici.

Modellazione di sottosistemi

- Subsystem (UML: Package)
 - Collezioni di classi, associazioni, operazioni e vincoli che sono correlati
- JAVA fornisce i package che sono costrutti per modellare i sottosistemi
 - C++ / C# hanno il costrutto di namespace per indicare lo stesso concetto

Servizi e interfacce di sottosistemi

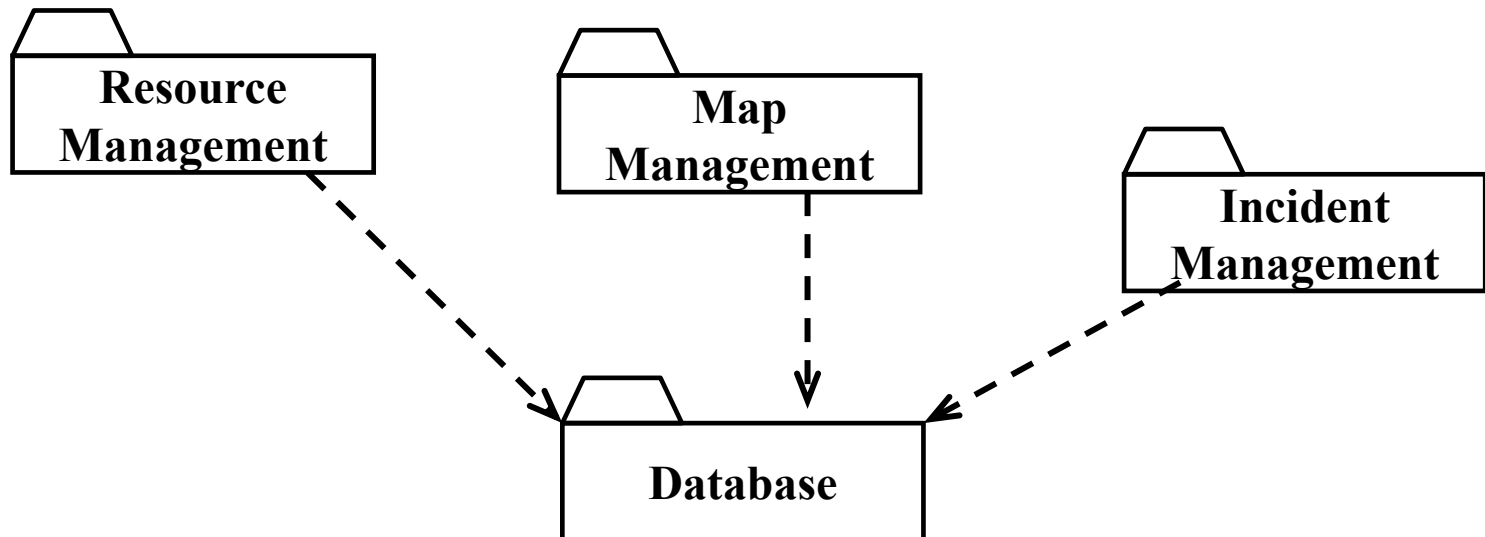
- Un sottosistema è caratterizzato dai servizi che fornisce agli altri sottosistemi
- L'insieme di operazioni di un sottosistema che sono disponibili agli altri sottosistemi forma l'**interfaccia** del sottosistema
 - Include il nome delle operazioni, i loro parametri, il loro tipo ed i loro valori di ritorno.
- Il system design si focalizza sulla definizione dei servizi forniti da ogni sottosistema in termini di:
 - Operazioni
 - Loro parametri
 - Loro comportamento ad alto livello

“Capire le responsabilità è fondamentale
per una buona programmazione ad
oggetti”

Martin Fowler

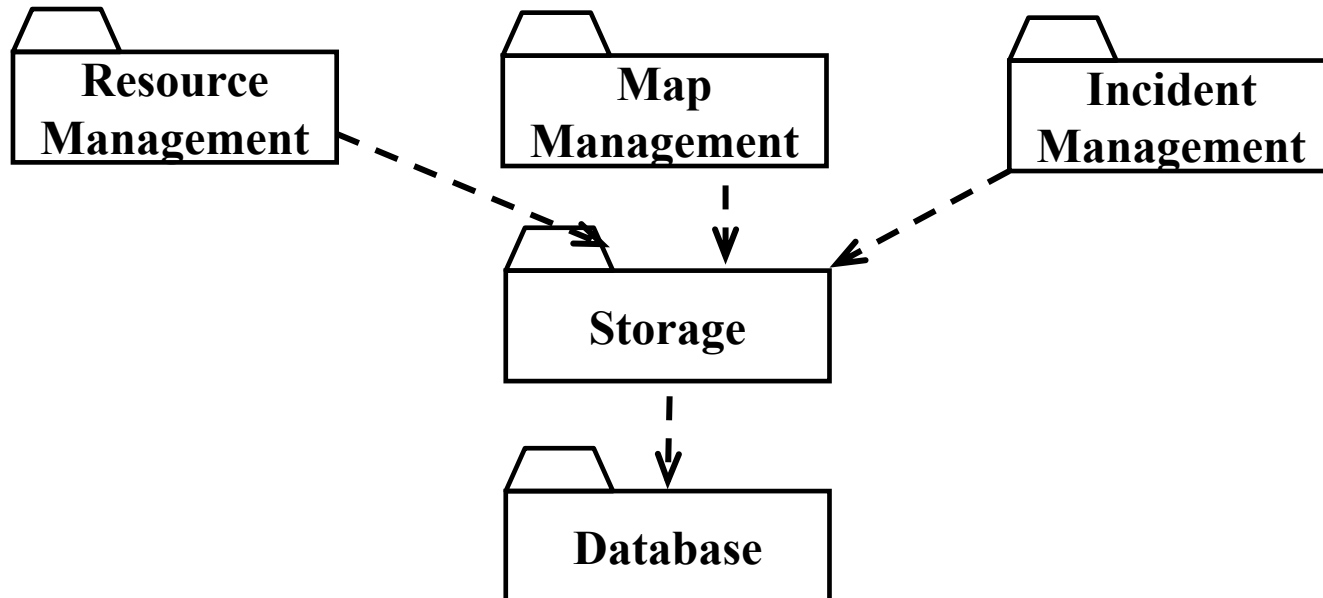
Esempio di scelta di design: accesso diretto al database

- Non riesco a specificare chiaramente le responsabilità di ogni modulo (Gestisce, Salva?)
- Tutti i sottosistemi accedono al database direttamente, rendendoli vulnerabili ai cambiamenti dell'interfaccia del sottosistema Database
 - Se cambia il DBMS, devo modificare il codice in tutte le classi che accedono al DB!



Esempio: accesso al database attraverso un sottosistema di Storage

- Chiariamo le responsabilità:
- Introduco il sottosistema Storage che gestisce l'I/O da db
 - Se cambia il DBMS, devo modificare solo il sottosistema Storage!



Osservazioni

- Nell'esempio proposto abbiamo ridotto le relazioni fra i quattro sottosistemi, ma ...
- Abbiamo aumentato la complessità!
- Con l'obiettivo di ridurre le relazioni si rischia di aggiungere dei livelli di astrazione che consumano tempo di sviluppo e tempo di elaborazione.

Il software evolve

- Il software evolve in continuazione
- Viene esteso, corretto, mantenuto, portato su altre piattaforme, adattato, ...
- Molte persone, in tempi diversi partecipano a questo processo
- Se il costo dell'evoluzione è troppo alto, il software viene gettato

Qualità del codice

- La qualità del codice dipende da due fattori qualitativi fondamentali:
 - Accoppiamento (coupling)
 - Coesione (cohesion)
- L'obiettivo è l'indipendenza funzionale dei sottosistemi

Accoppiamento

- L'accoppiamento è una misura su quanto fortemente una classe è connessa con /ha conoscenza di/ si basa su altre classi.
- Due o più classi si dicono accoppiate quando è impossibile modificare una senza dover modificare anche la/le altra/e
- Se due classi dipendono strettamente e per molti dettagli l'una dall'altra, diciamo che sono *fortemente accoppiate*.
 - In caso contrario diciamo che sono *debolmente accoppiate*
- Per un codice di qualità dobbiamo puntare ad un **basso accoppiamento**

Basso Accoppiamento

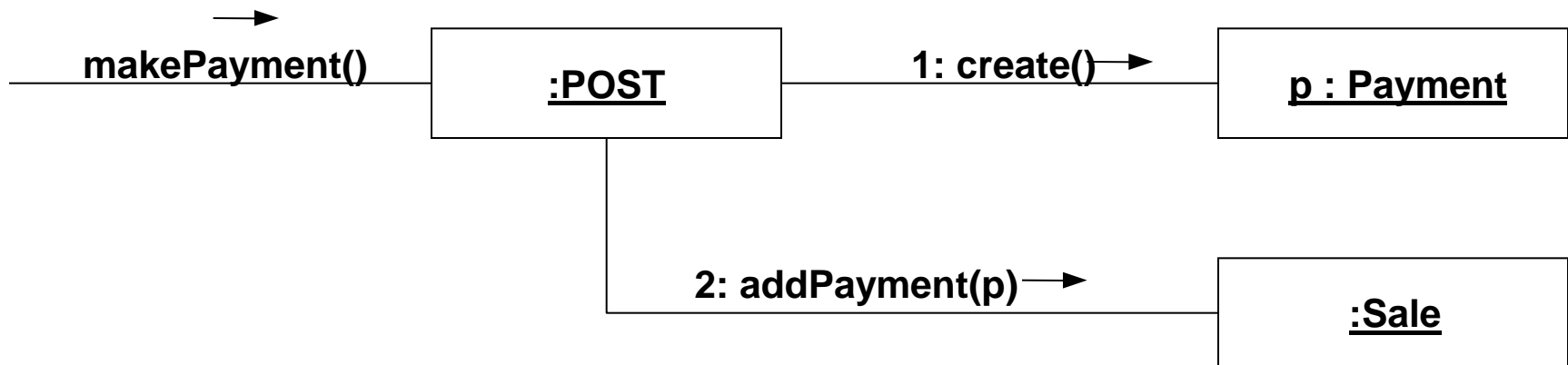
- Un basso accoppiamento è una proprietà desiderabile del codice, poiché permette di:
 - Capire il codice di una classe senza leggere i dettagli delle altre
 - Modificare una classe senza che le modifiche comportino conseguenze sulle altre classi
 - Riusare facilmente una classe senza dover importare anche altre classi
- Un basso accoppiamento migliora la manutenibilità del software

Basso Accoppiamento

- Un certo livello di accoppiamento è comunque insito nel concetto di scambio di messaggio del paradigma O-O
 - E' quindi necessario per il funzionamento del sistema
 - Deve essere limitato ove possibile
- Linea Guida: definire le responsabilità delle classi in modo da ottenere un **basso accoppiamento**
 - Legge di Demetra (vedi slides successive)

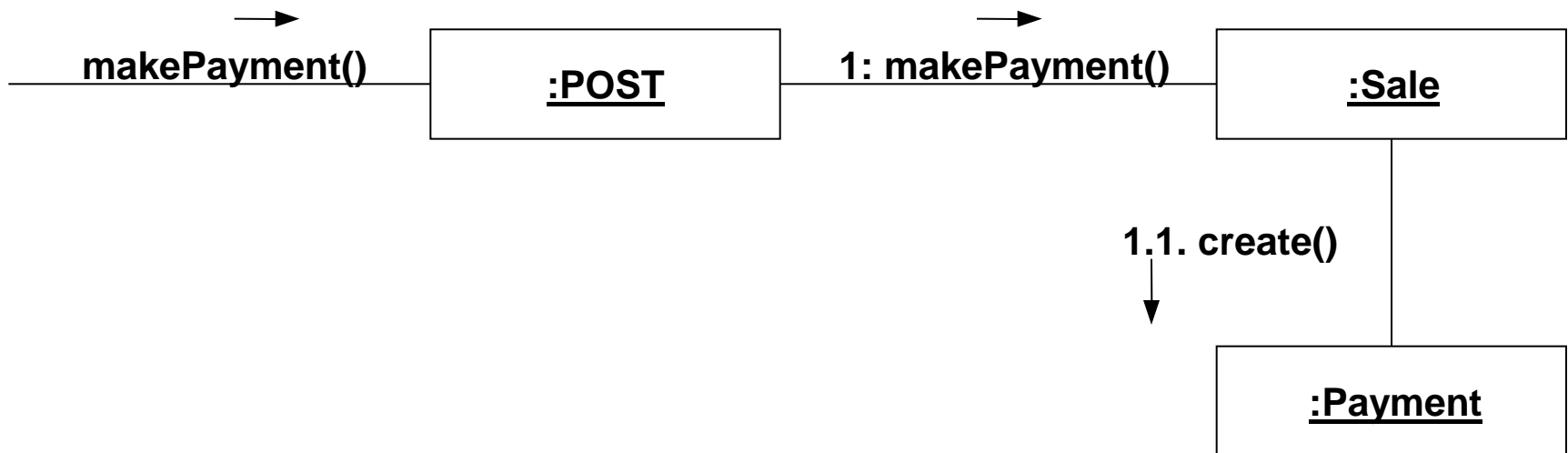
Quale progettazione è migliore?

- Supponiamo un sistema per la gestione dei pagamenti
 - POST è un API per gestire nuovi acquisti.
 - Crea un'istanza di Payment
 - Chiede al reparto vendite (Sale) di aggiungere il pagamento
 - POST è accoppiato con Payment e con Sale



Soluzione 2

- Associare Payment con Sale
 - Ho ridotto il livello di accoppiamento della classe Post



Coesione

- La Coesione è una misura di quanto siano fortemente relate e mirate le responsabilità (o servizi offerti) di una classe.
- Se ciascuna unità è responsabile di un singolo compito, diciamo che tale unità ha una **alta coesione**.
- Un'alta coesione è una proprietà desiderabile del codice, poiché permette:
 - Di comprendere meglio i ruoli di una classe
 - Di riusare una classe
 - Di mantenere una classe
 - Di limitare e focalizzare i cambiamenti nel codice
 - Utilizzare nomi appropriati, efficaci, comunicativi

Livelli di Coesione

- Coesione molto bassa:
 - una classe è sola responsabile di molte cose in aree funzionali molto diverse → più sottosistemi
- Coesione bassa:
 - una classe è sola responsabile di molte cose in una sola area funzionale → piu' classi, piu' leggere
- **Coesione alta:**
 - classe con responsabilità leggere in una sola area che collabora con altre classi (di solito pochi metodi mirati)

Coesione

- Coesione dei metodi
 - Un metodo dovrebbe essere responsabile di un solo compito ben definito
- Coesione delle classi
 - Ogni classe dovrebbe rappresentare un singolo concetto ben definito

Coesione

- Indicatori di un'alta coesione (è il nostro obiettivo)
 - Una classe ha delle responsabilità moderate, limitate ad una singola area funzionale
 - Collabora con altre classi per completare dei tasks
 - Ha un numero limitato di metodi, cioè di funzionalità altamente legate tra loro
 - Tutti i metodi sembrano appartenere ad uno stesso insieme, con un obiettivo globale simile
 - La classe è facile da comprendere

Come ottenere Alta Coesione e
Basso Accoppiamento?

Responsibility-driven design

- Pensare alla progettazione di un sistema in termini di:
 - Classe
 - Responsabilità
 - Collaborazioni
- Ciascuna classe dovrebbe avere delle responsabilità e dei ruoli ben precisi → Alta Coesione
- La classe che possiede i dati dovrebbe essere responsabile di processarli → Basso Accoppiamento
 - Ciascuna classe dovrebbe essere responsabile di gestire i propri dati → Incapsulamento
- E' facilitata dall'uso di CRC Cards

Le CRC Cards

- Introdotte Kent Beck e Ward Cunningham per insegnare progettazione O-O
- Una card CRC è una scheda da associare ad ogni classe, per rappresentare i seguenti concetti:
 - Nome della Classe
 - Responsabilità della Classe
 - Collaboratori della Classe
- Responsabilità: conoscenza che la classe mantiene o servizi che la classe fornisce
- Collaboratore: un'altra classe di cui è necessario sfruttare la conoscenza o i servizi, per ottemperare alle responsabilità sopra indicate

Conseguenze

- Le CRC cards spingono ad ottenere un design con chiare responsabilità e controllo sul numero di classi associate
 - Se non riesco a specificare chiaramente le responsabilità di una classe, c'è un errore di design
 - Se una classe ha bisogno di troppe classi collaboratrici, c'è un potenziale errore di design

Localizzare le modifiche

- La progettazione RDD, con CRC Cards, porta ad una localizzazione delle modifiche
- Quando è necessario operare una modifica, il minor numero possibile di classi dovrebbero essere coinvolte
- La qualità del proprio codice si osserva proprio quando si ha l'esigenza di fare modifiche

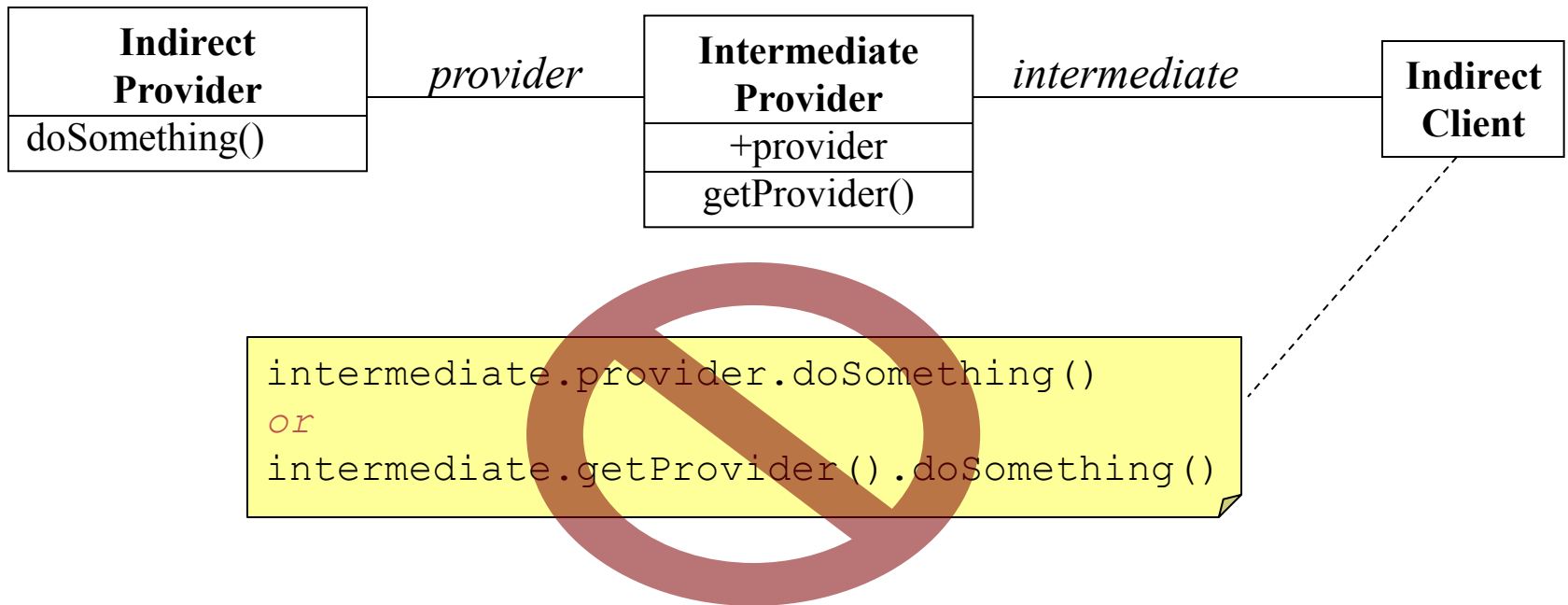
La Legge di Demetra

- E' un'altra linea guida chiave per avere Alta Coesione-Basso Accoppiamento
- Utilizzata nel progetto Demetra, uno dei primi grossi sistemi O-O, sviluppato all'univ. di Boston.
- Formulazione originale:
 - "Only talk to your immediate friends"
- Ogni sottosistema/classe deve avere solo conoscenze limitate degli altri sottosistemi/classi.
- Ogni sottosistema/classe parla solo con "gli amici"
 - "Non parlare con gli sconosciuti"

Chi sono “gli amici” con cui parlare?

- Traduzione formale della legge di Demetra
- Un metodo dovrebbe mandare messaggi solo a:
 - L’oggetto contenente (this)
 - Un parametro del metodo
 - Una variabile di istanza dell’oggetto contenente
 - Un oggetto creato all’interno del metodo

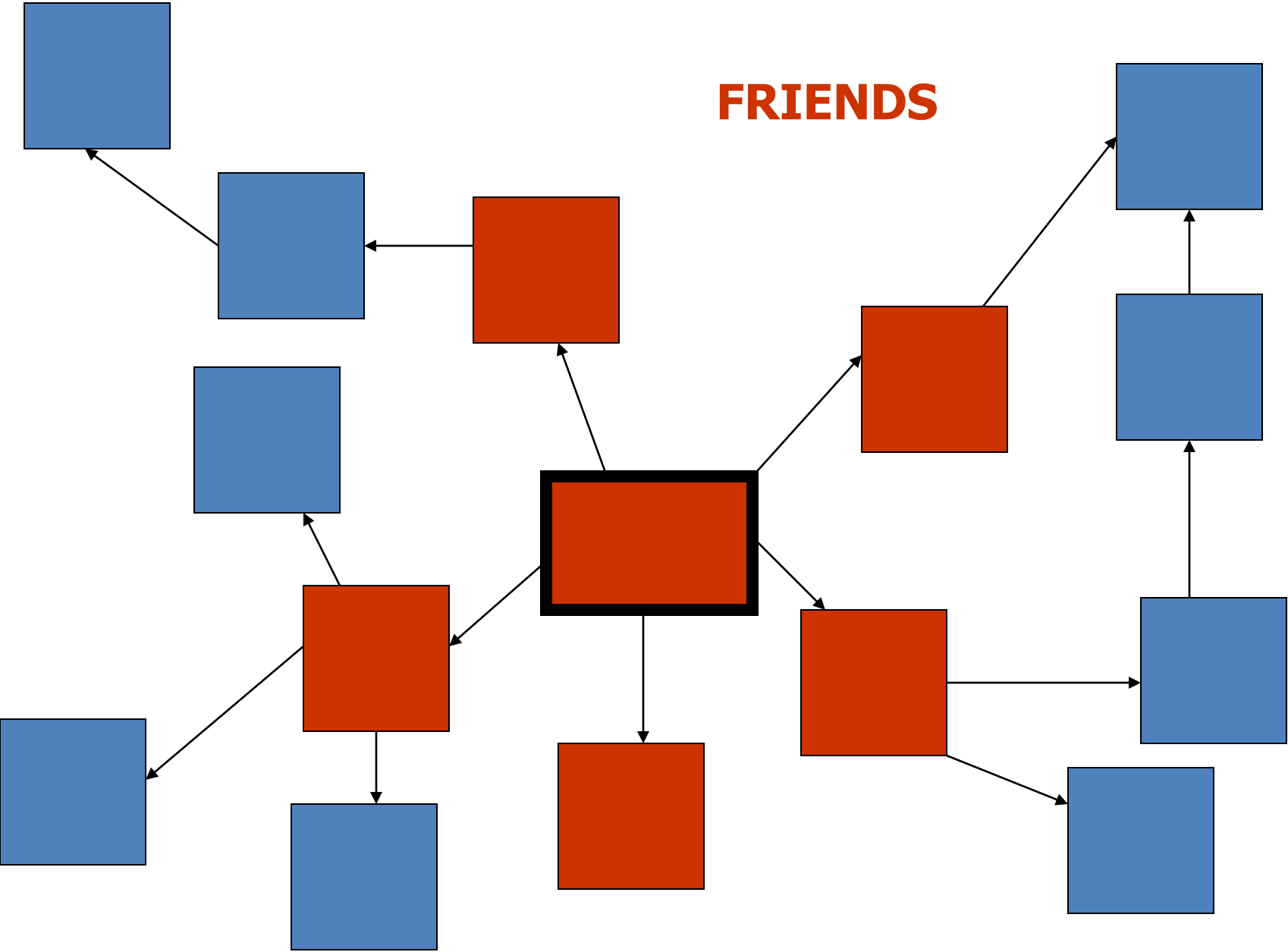
The Law of Demeter, violated



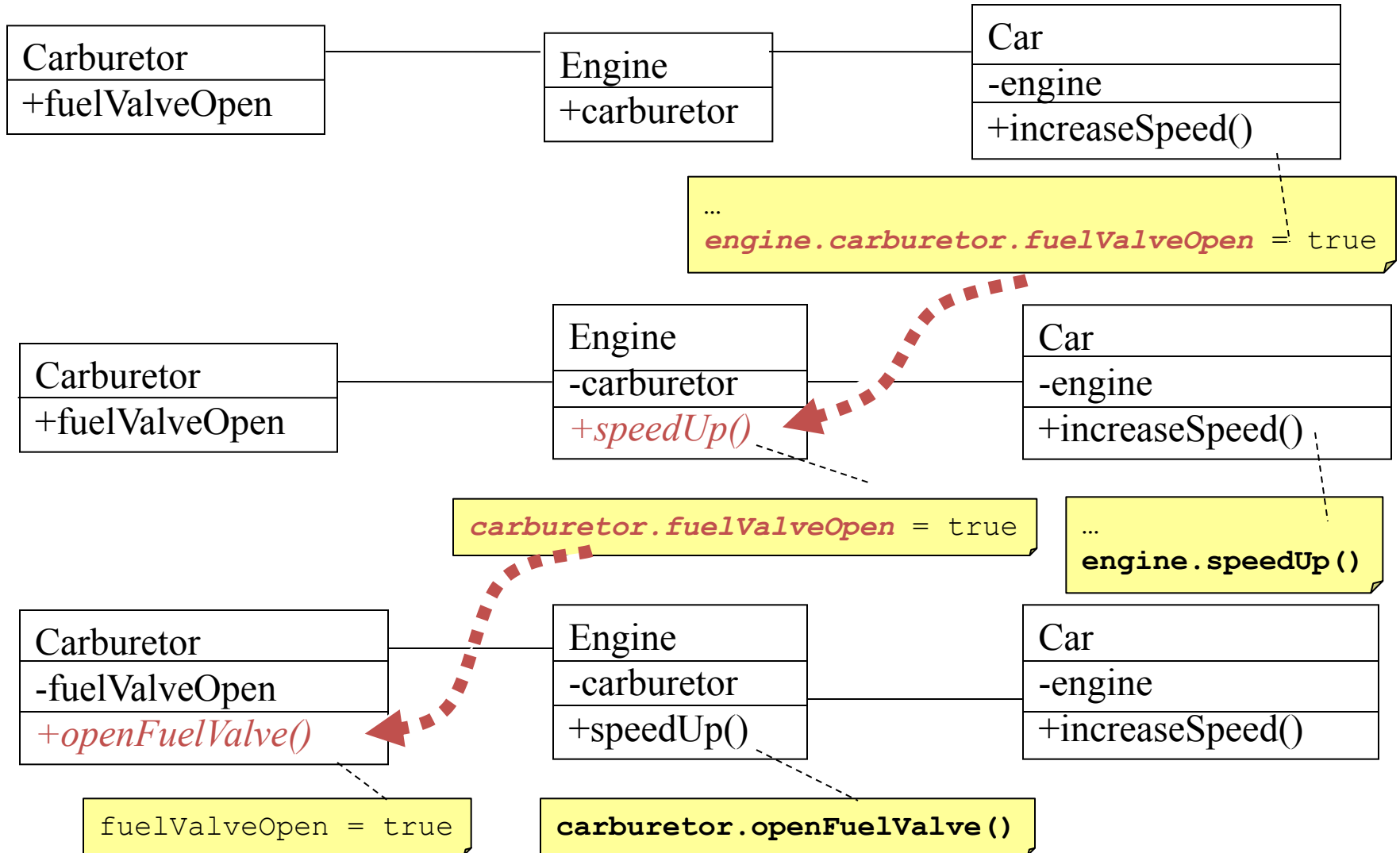
Law of Demeter: A method "M" of an object "O" should invoke only the methods of the following kinds of objects.

1. *itself*
2. *its parameters*
3. *any object it creates /instantiates*
4. *its direct component objects*

FRIENDS



Eliminate Navigation Code



Violation of LoD

```
class B {  
    public C c;  
}
```

```
class C {  
    public void foo() {  
    }  
}
```

```
class P {  
    public Q q() {  
        return null;  
    }  
}
```

```
class Q {  
    public void bar() {  
    }  
}
```

Violation

```
class A {  
    private B b = new B();  
  
    public void m() {  
        this.b.c.foo(); // High coupling, bad  
        this.p().q().bar(); // High coupling, bad  
    }  
  
    public P p() {  
        return null;  
    }  
}
```

Example Quiz Question

- What code represents the better design, a or b? ____

// a.

```
dog.body.tail.wag();
```

// b.

```
dog.expressHappiness();
```

- The bad example couples dog to two indirect classes DogBody, and DogTail
- The good design couples dog only to the direct class DogAnimal

Grady Booch Quote

“The basic effect of applying this Law is the creation of loosely coupled classes, whose implementation secrets are encapsulated. Such classes are fairly unencumbered, meaning that to understand the meaning of one class, you need not understand the details of many other classes.”

Linee guida

- Domande comuni
 - Quanto dovrebbe essere complessa una classe?
 - Quanto dovrebbe essere complesso un metodo?
- Possiamo rispondere in termini di coesione e accoppiamento:
 - Una classe è troppo complessa se rappresenta più di un concetto
 - Un metodo è troppo complesso se è responsabile di più di un compito logico

Qual è il giusto “numero” di componenti?

