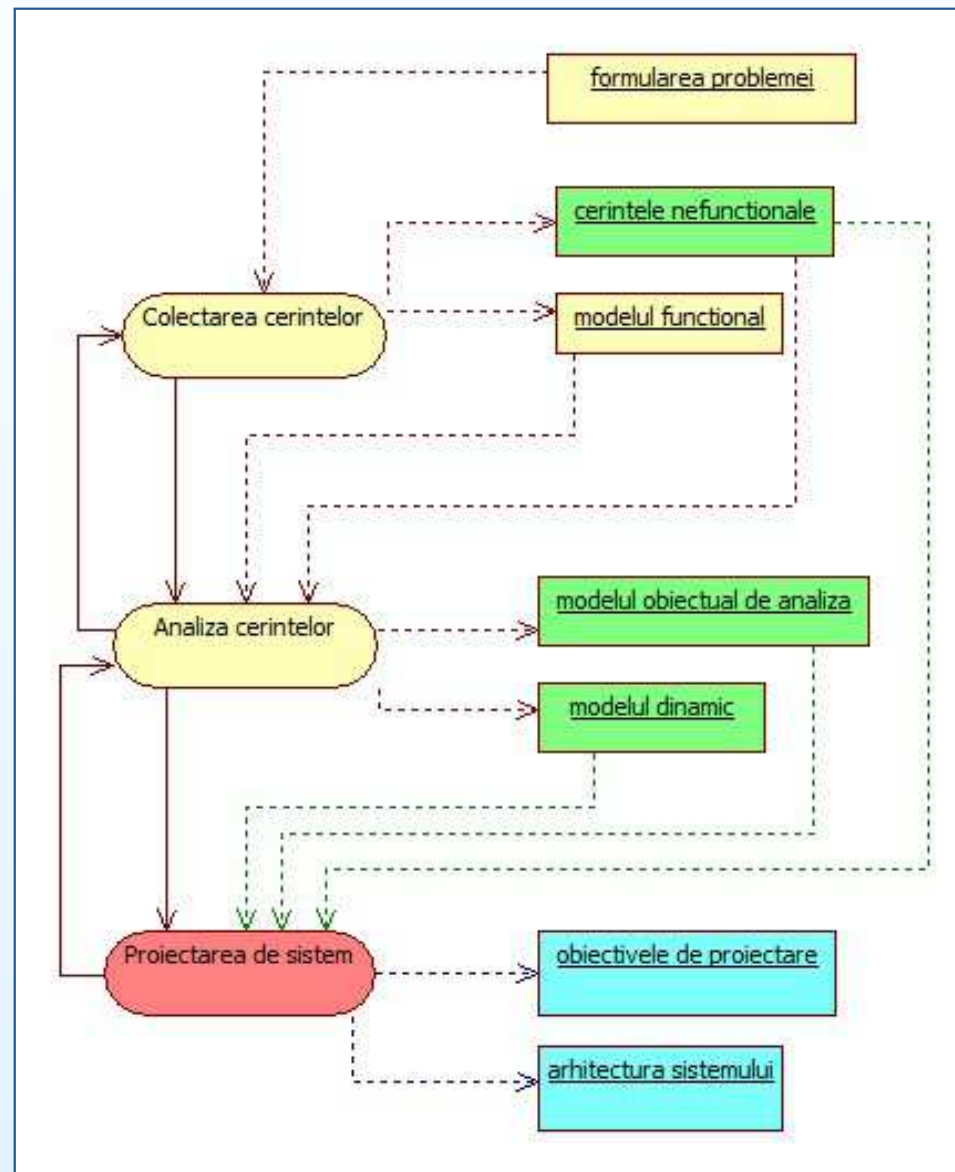


Curs 5

Proiectarea de sistem (I)

*Suport de curs bazat pe B. Bruegge and A.H. Dutoit
"Object-Oriented Software Engineering using UML, Patterns, and Java"*

Proiectarea de sistem



Proiectarea de sistem (cont.)

- Procesul de transformare a modelului rezultat din ingineria cerințelor într-un model arhitectural al sistemului
- Produse ale proiectării de sistem
 - *Obiectivele de proiectare* (eng. *design goals*)
 - Calități ale sistemului pe care dezvoltatorii trebuie să le optimizeze
 - Derivate din cerințele nefuncționale
 - *Arhitectura sistemului*
 - Subsistemele componente (de dimensiuni mai mici, asignabile unei subechipe de dezvoltare)
 - Responsabilitățile subsistemelor și dependențele între ele
 - Maparea subsistemelor la hardware
 - Strategii de dezvoltare: fluxul global de control, strategia de gestionare a datelor cu caracter persistent, politica de control a accesului

Proiectarea de sistem (cont.)

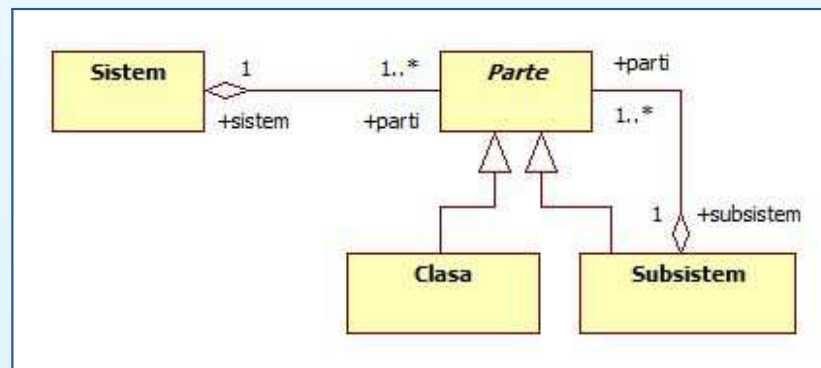
- Activități ale proiectării de sistem
 - *Identificarea obiectivelor de proiectare*
 - Identificarea și prioritizarea acelor calități ale sistemului pe care dezvoltatorii trebuie să le optimizeze
 - *Descompunerea inițială a sistemului*
 - Pe baza modelului funcțional și a modelelor de analiză
 - Bazată pe utilizarea unor stiluri arhitecturale standard
 - *Rafinarea descompunerii inițiale în vederea atingerii obiectivelor de proiectare*
 - Rafinarea arhitecturii de la pasul anterior, până la îndeplinirea tuturor obiectivelor de proiectare
- Analogie cu proiectarea arhitecturală a unei clădiri
 - Componente: camere vs. subsisteme
 - Interfețe: pereți/uși vs. servicii
 - Reproiectare: mutarea pereților vs. schimbarea subsistemelor/interfețelor

Concepte în proiectarea de sistem

- Subsisteme și clase
- Servicii, interfețe și API-uri
- Coeziune și cuplare
- Stratificare și partiționare
- Stiluri arhitecturale și arhitecturi software

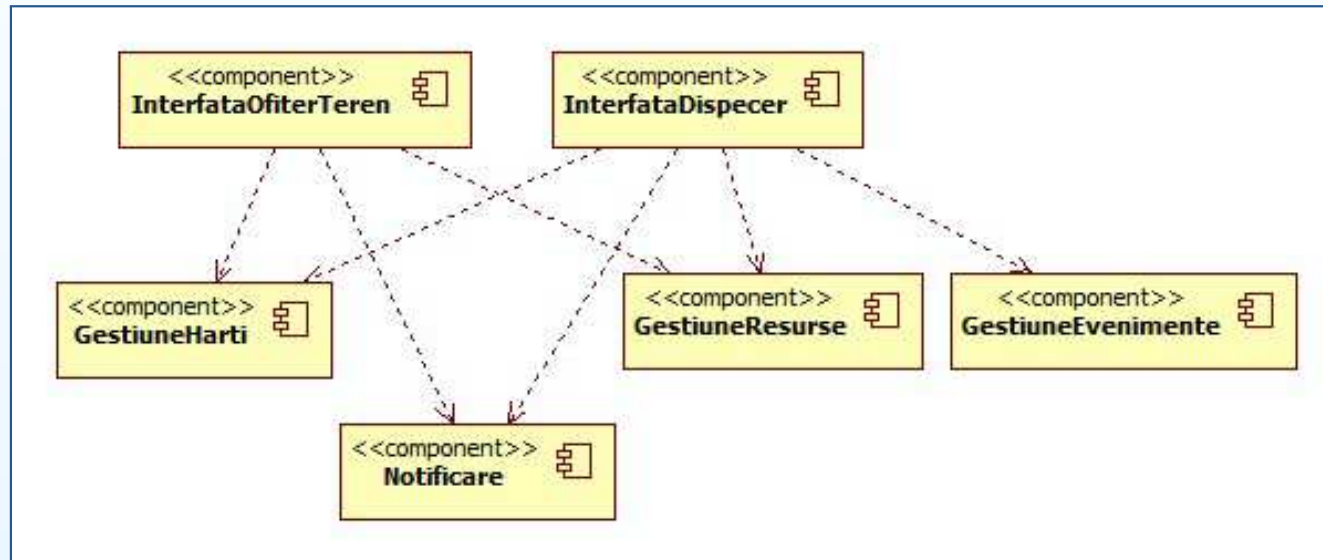
Subsisteme și clase

- *Subsistem* = parte înlocuibilă a unui sistem (constând într-un număr de clase din domeniul soluției), caracterizată prin interfețe bine definite, care încapsulează starea și comportamentul claselor componente
 - Descompunerea în subsisteme permite gestionarea complexității ("divide et impera")
 - Un subsistem se dezvoltă, de regulă, de către un programator sau o echipă de dezvoltare
 - Prin descompunerea sistemului în subsisteme (relativ) independente, se permite dezvoltarea (relativ) concurentă a acestora
 - Sistemelor complexe le corespund mai multe nivele de descompunere (*Composite pattern*)



Subsisteme și clase (cont.)

- Ex.: descompunere în subsisteme a sistemului SGA (diagramă UML de componente)



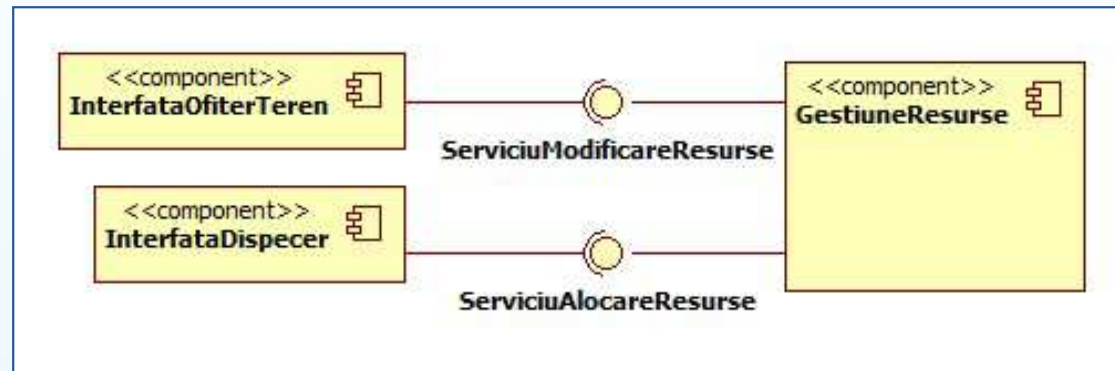
- Subsistemele sunt reprezentate ca și componente UML, cu relații de dependență între ele
- O componentă UML poate reprezenta
 - O componenta logică = un subsistem ce nu are un echivalent runtime
 - O componenta fizică = un subsistem ce are un echivalent runtime

Servicii, interfețe și API-uri

- *Serviciu* = mulțime de operații înrudite (definite cu același scop)
 - Subsistemele sunt caracterizate de serviciile oferite altor subsisteme
 - Ex.: un subsistem care oferă un serviciu de notificare va defini operații de tipul *LookupChannel()*, *SubscribeToChannel()*, *UnsubscribeFromChannel()*, *SendNotification()*
 - Serviciile se identifică în timpul proiectării de sistem
- *Interfață* (a unui subsistem) = mulțime de operații UML înrudite, complet specificate (nume, tipuri parametri, tip returnat)
 - Rafinare a unui serviciu, specifică interacțiunile și fluxul de informații dinspre și înspre frontiera subsistemului (nu și în interiorul acestuia)
 - Interfețele se definesc în timpul proiectării obiectuale
- *API (Application Programming Interface)* = specificare a unei interfețe subsistem într-un limbaj de programare
 - API-urile se definesc în etapa de implementare

Servicii, interfețe și API-uri (cont.)

- Ex.: Interfețe/servicii oferite (eng. *provided*) și solicitate/utilizate (eng. *required*)



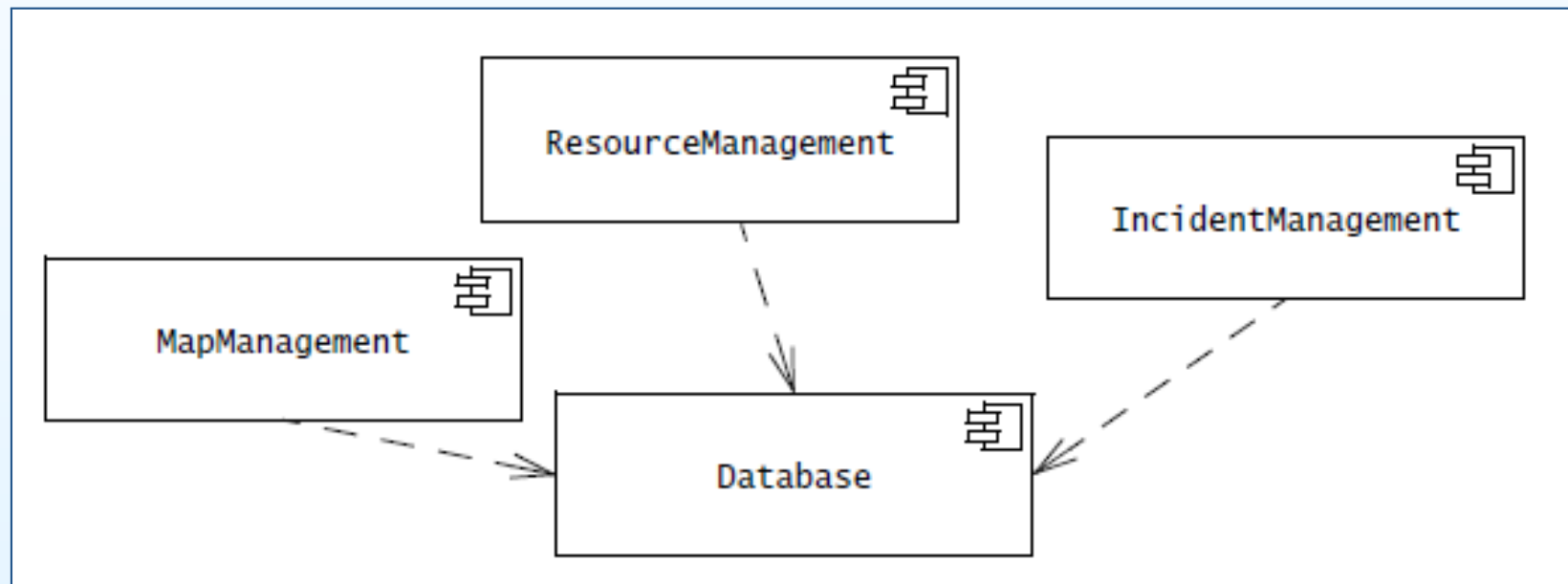
- Notația UML: conectori *ball-and-socket*
 - Ball (lollipop) = interfață oferită, socket = interfață solicitată
 - Dependențele dintre subsisteme se reprezintă prin cuplarea conectorilor ball cu cei socket
 - Reprezentare utilizată în momentul în care descompunerea în subsisteme e relativ stabilă și focusul se schimbă de pe identificarea subsistemelor pe identificarea serviciilor (anterior se folosesc relații UML de dependență)

Coeziune și cuplare

- *Cuplare* (eng. *coupling*) = măsură a dependenței dintre două subsisteme
 - *Cuplare slabă* (eng. *low coupling*) - număr mic de dependențe (subsisteme relativ independente)
 - *Cuplare strânsă* (eng. *strong coupling*) - număr mare de dependențe (schimbările efectuate într-un sistem îl vor afecta și pe celălalt)
 - Dezirabilă într-o descompunere: cuplarea slabă
 - Reducerea cuplării conduce, în general, la creșterea complexității prin introducerea de subsisteme suplimentare
- *Coeziune* (eng. *coesion*) = măsură a dependențelor din interiorul unui subsistem
 - *Coeziune înaltă* (eng. *high coesion*) - subsistemul conține un număr mare de clase puternic relaționate și care efectuează sarcini similare
 - *Coeziune slabă* (eng. *low coesion*) - subsistemul conține un număr de clase nerelaționate
 - Dezirabilă într-o descompunere: coeziunea înaltă
 - Creșterea coeziunii (prin descompunere în subsisteme cu coeziune înaltă) conduce și la creșterea cuplării, prin dependențele nou introduse

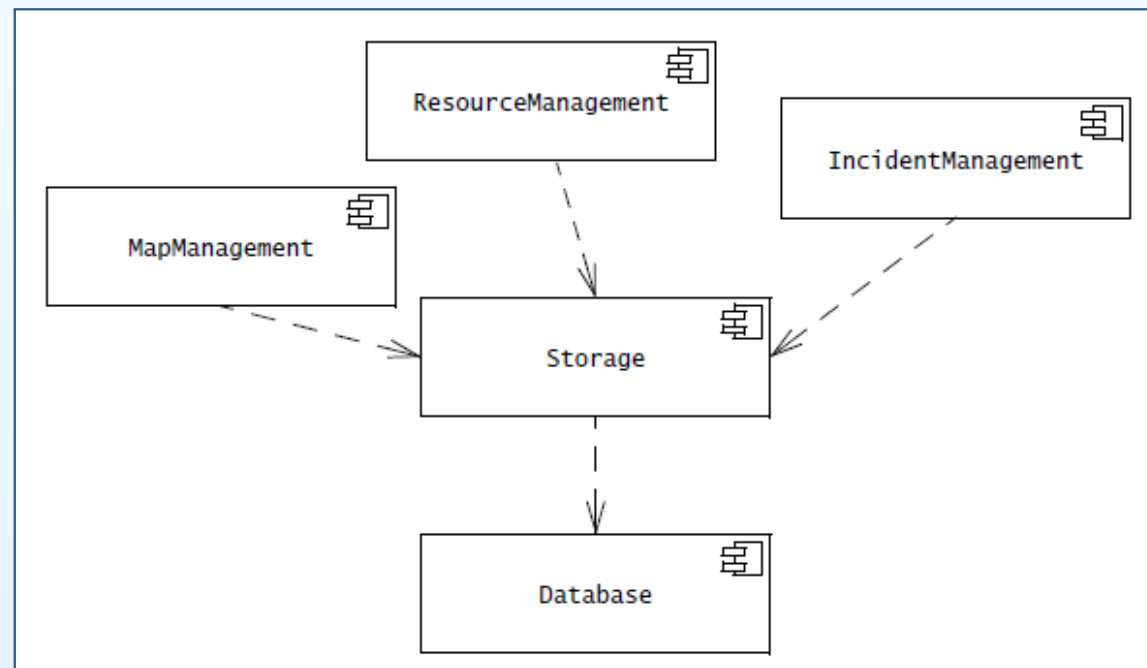
Cuplare

- Ex.: Subsisteme stâns cuplate
 - Subsistemele de gestiune trimit SGBD-ului comenzi SQL
 - Trecerea la un alt SGBD sau schimbarea strategiei de persistență (fișiere text) determină modificări la nivelul tuturor celor trei subsisteme de gestiune



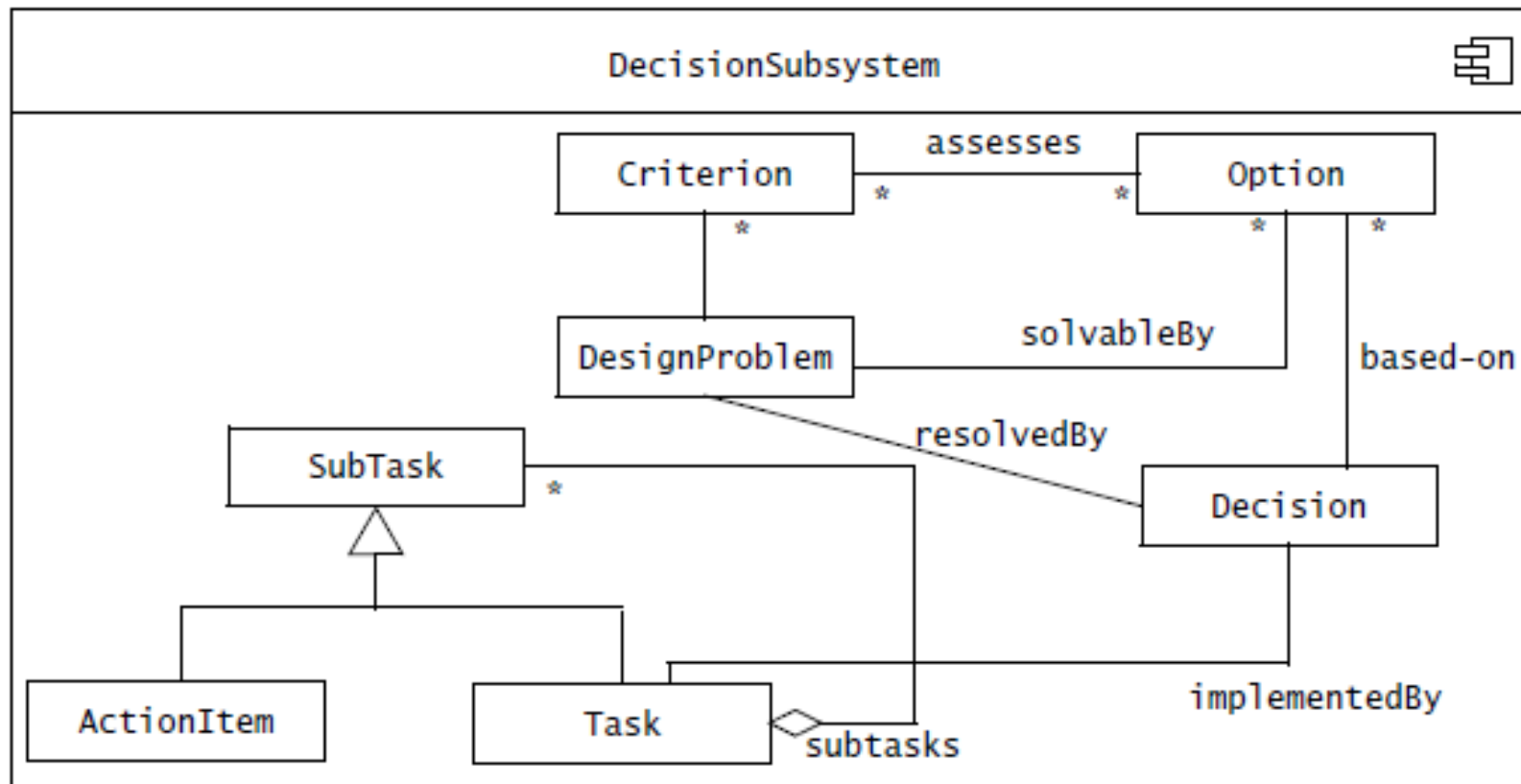
Cuplare (cont.)

- Ex.: Reducerea cuplării prin inserarea unui subsistem suplimentar
 - Noul subsistem izolează subsistemele de gestiune de SGBD
 - Subsistemele de gestiune utilizează doar serviciile oferite de noul subsistem, care va fi responsabil cu trimiterea de comenzi SQL spre SGBD
 - Trecerea la un alt SGBD sau schimbarea strategiei de persistență va determina doar modificări la nivelul subsistemului introdus



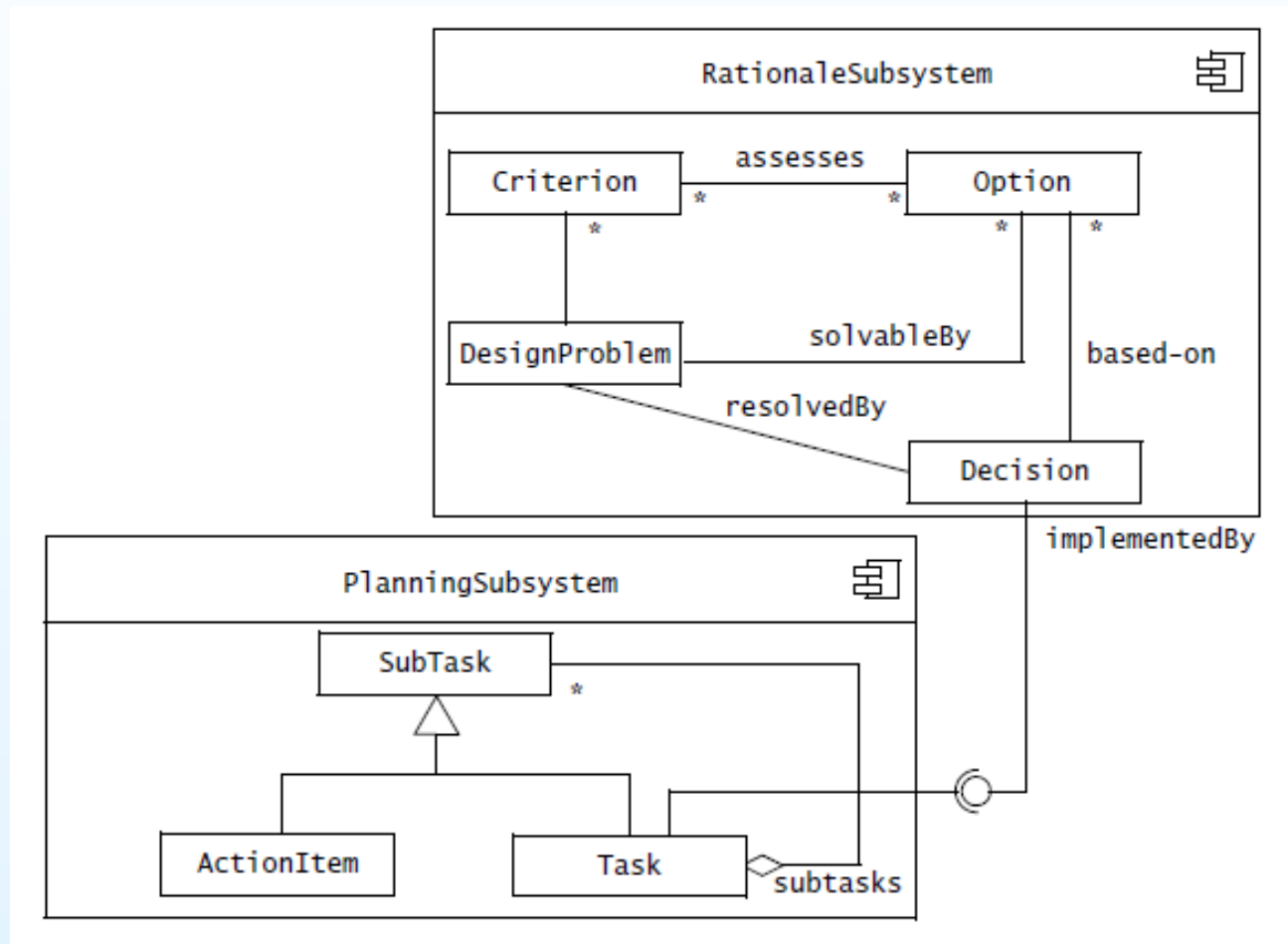
Coeziune

- Subsistem cu coeziune slabă
 - Clasele componente pot fi partiționate în două submulțimi slab cuplate



Coeziune (cont.)

- Creșterea coeziunii prin descompunerea subsistemului inițial



Stratificare și partiționare

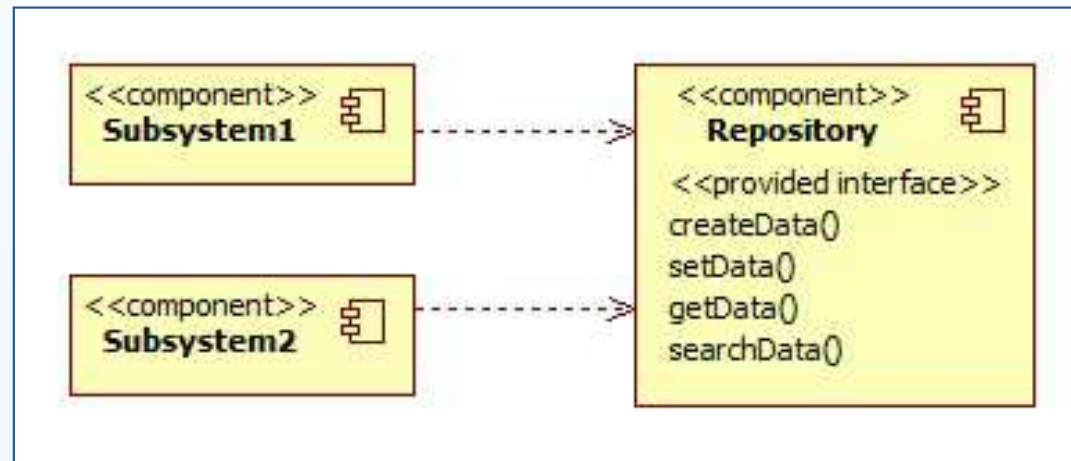
- *Descompunere ierarhică a unui sistem (stratificare)*
 - Generează o mulțime ordonată de *straturi* (eng. *layers*)
 - Un strat reprezintă un grup de subsisteme ce oferă servicii înrudite, eventual utilizând servicii dintr-un alt strat
 - Straturile sunt ordonate: un strat poate accesa doar servicii ale straturilor inferioare
 - *Arhitectură închisă* - fiecare strat poate accesa doar servicii din stratul imediat inferior (scop = modificabilitate/flexibilitate)
 - *Arhitectură deschisă* - un strat poate accesa servicii din oricare dintre straturile inferioare (scop = eficiență)
- *Partiționare*
 - Generează un grup de subsisteme la același nivel (eng. *peers*), fiecare dintre ele fiind responsabil de o categorie diferită de servicii
- În general, o descompunere a unui sistem complex este rezultatul atât al stratificării, cât și al partiționării

Stiluri arhitecturale și arhitecturi software

- *Descompunerea sistemului* (eng. *system decomposition*) = identificarea subsistemelor, a serviciilor și a relațiilor între acestea
- *Stil arhitectural* (eng. *architectural style*) = șablon de descompunere a sistemelor
- *Arhitectură software* (eng. *software architecture*) = instanță a unui stil arhitectural
- Exemple de stiluri arhitecturale
 - Repository
 - Model-View-Controller
 - Client-Server
 - Peer-to-Peer
 - Three-tier architecture
 - Four-tier architecture
 - Pipes and filters

Repository

- Subsistemele accesează și modifică o singură structură de date centralizată, denumită *repository*



- Subsistemele sunt relativ independente și interacționează doar prin intermediul repository-ului (cuplare slabă)
- Fluxul de control poate fi dictat de repository (prin triggere) sau de către subsisteme (prin blocaje și sincronizări)

Repository (cont.)

- Avantaje

- Arhitectură utilă în cazul sistemelor cu necesități de procesare complexe, în continuă schimbare
- Odată definit repository-ul, pot fi oferite servicii noi prin definirea de subsisteme adiționale

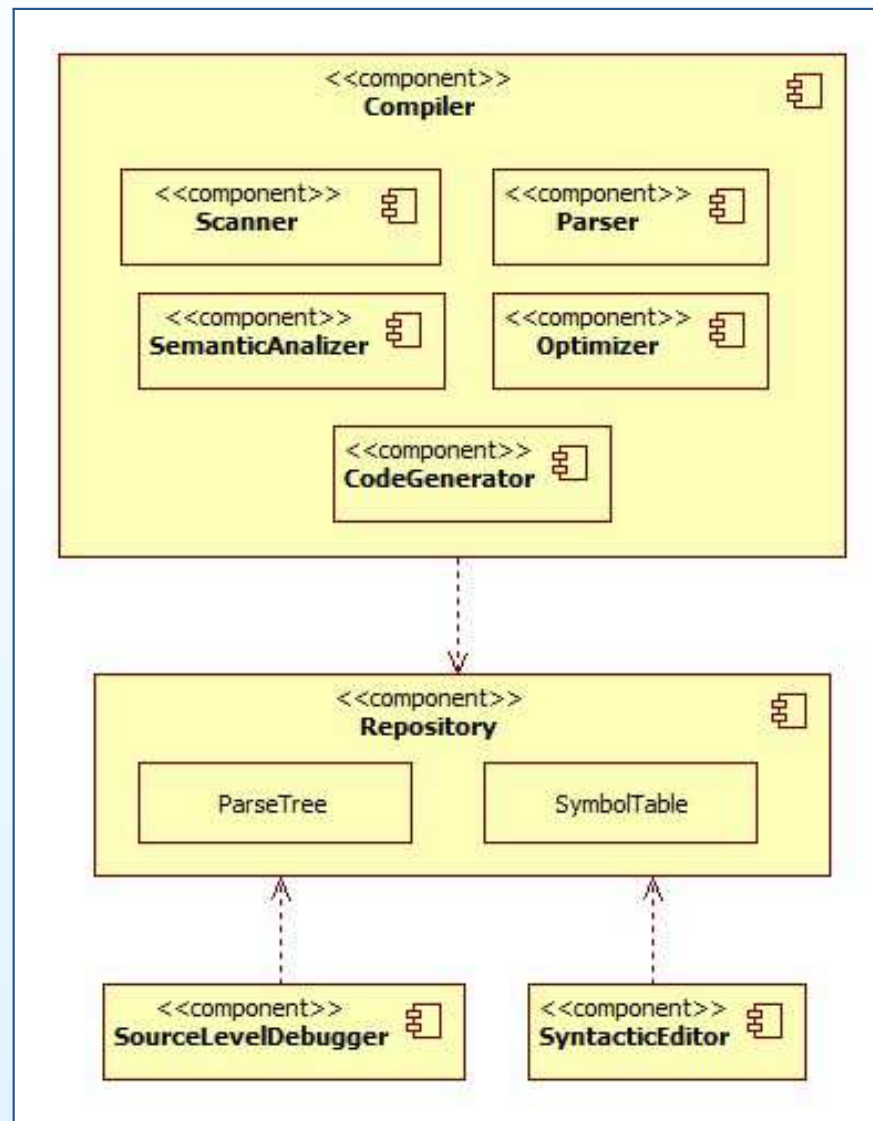
- Dezavantaje

- Subsistemele și repository-ul sunt strâns cuplate, făcând dificilă modificarea repository-ului fără a afecta subsistemele
- Probleme de performanță

- Utilitate

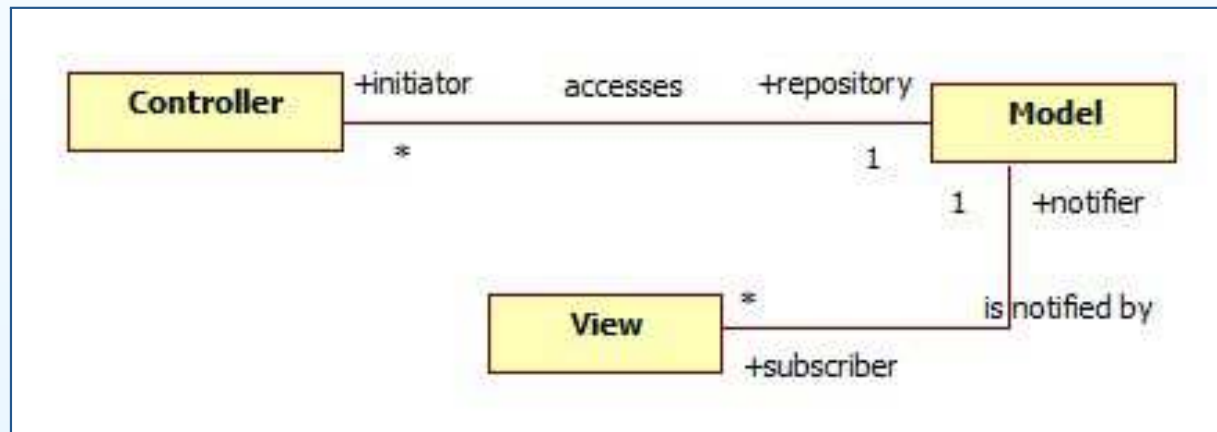
- Sisteme de gestiune a bazelor de date
- Compilatoare și medii integrate de dezvoltare (eng. *Integrated Development Environments, IDEs*)

Exemplu de arhitectură Repository pentru un IDE



Model-View-Controller (MVC)

- Subsistemele sunt încadrate în una din trei categorii
 - *Model* - reprezintă informații/cunoștințe din domeniul problemei
 - *View* - afisează aceste informații utilizatorului
 - *Controller* - translatează interacțiunile cu *view*-ul în acțiuni asupra modelului



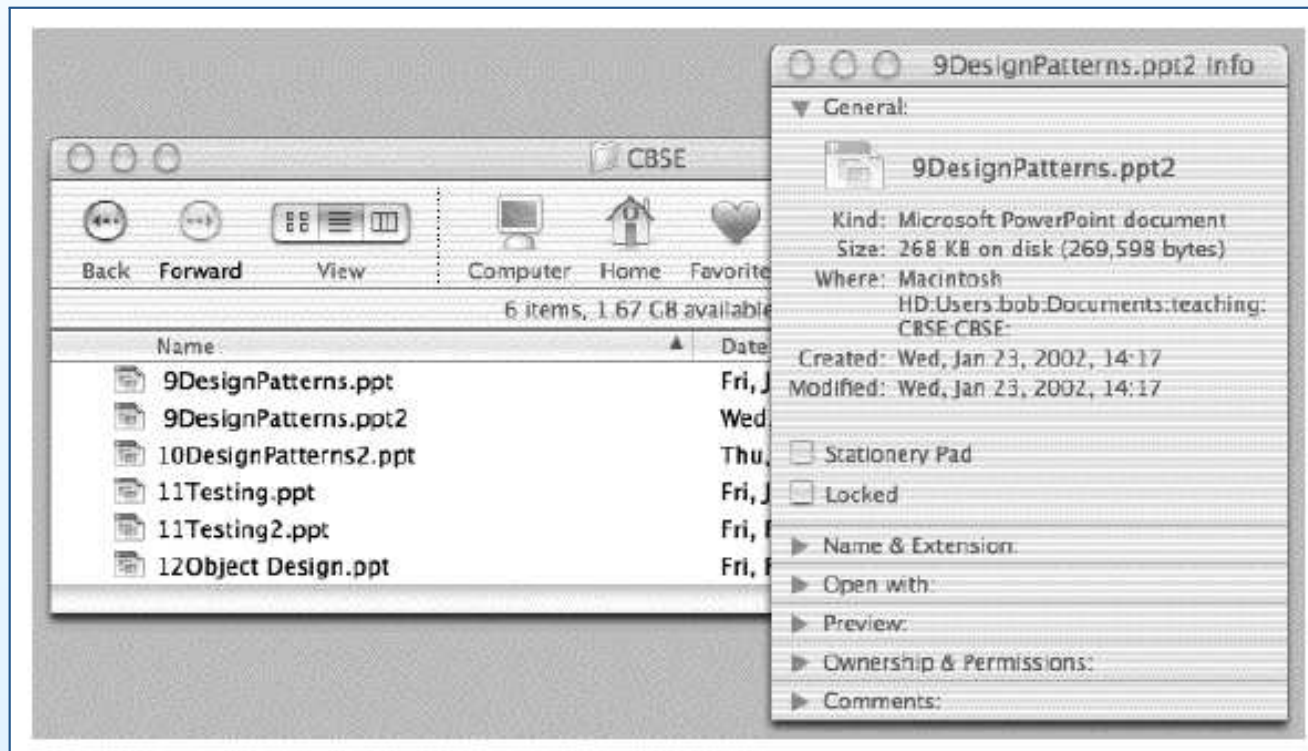
- Subsistemele model nu depind de nici un subsistem view sau controller
 - Modificările produse la nivelul acestora sunt propagate în subsistemele view prin intermediul unui protocol de înscriere/ notificare
 - Funcționalitatea de înscriere/notificare este realizată, de obicei, cu ajutorul șablonului de proiectare *Observer*

Model-View-Controller (cont.)

- Justificare
 - Interfața utilizator (view-urile și controller-ele) sunt mult mai predispuse spre schimbare decât informațiile din model
 - Pot fi adăugate vederi noi, fără a modifica în alt fel sistemul
- Utilitate
 - Sisteme interactive, mai ales cele care necesită diferite vederi ale aceluiași model
- MVC este un tip particular de Repository, în care modelul corespunde structurii repository, iar fluxul de control este dictat de către obiectele controller

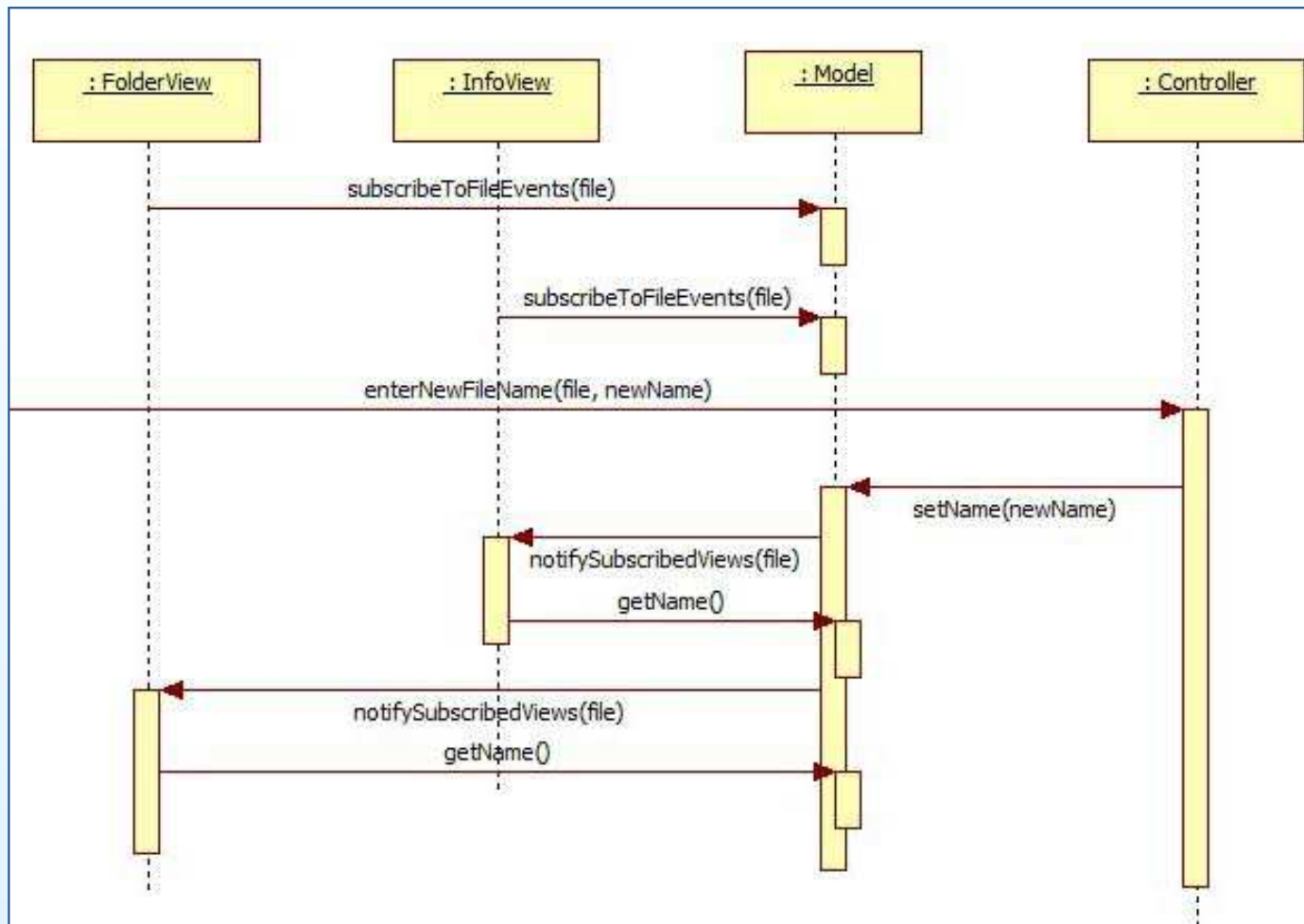
Exemplu de arhitectură MVC

- Modelul este reprezentat de fișierul *9DesignPatterns.ppt2*
- Una dintre vederi este fereastra CBSE, care listează conținutul directorului cu același nume, cealaltă este fereastra Info, care afișează informații relativ la fișierul *9DesignPatterns.ppt2*
- Schimbarea numelui fișierului determină actualizarea ambelor vederi



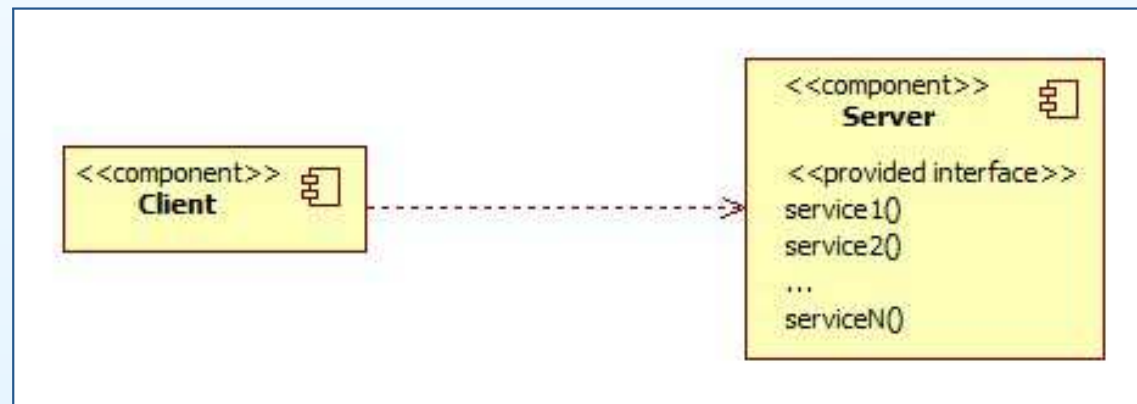
Exemplu de arhitectură MVC (cont.)

- Secvența de interacțiuni aferentă schimbării numelui fișierului
9DesignPatterns.ppt2



Client-Server

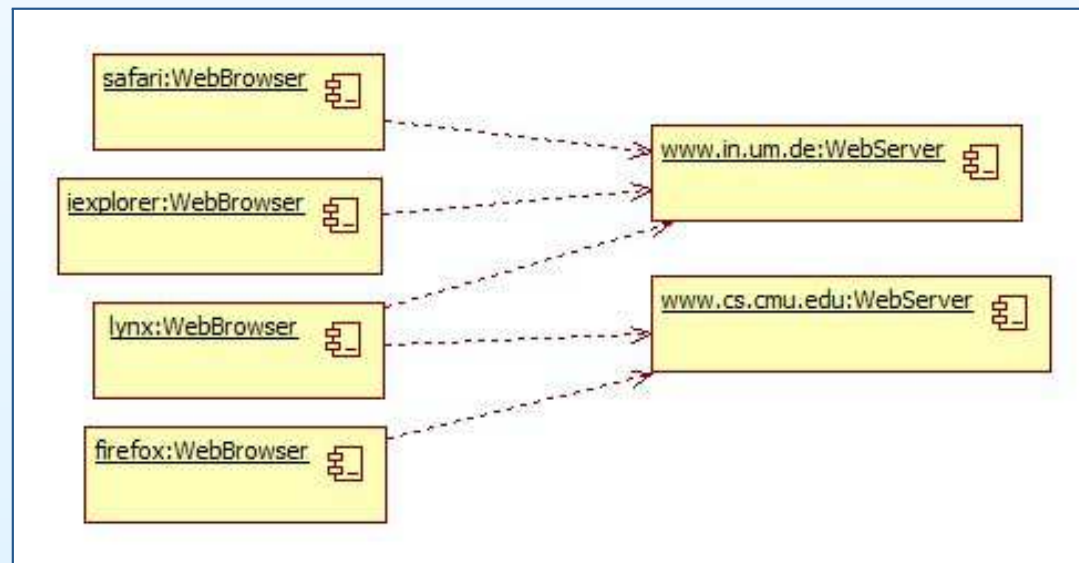
- Un subsistem, numit *server*, oferă servicii instanțelor unor alte subsisteme, numite *clienți*, care sunt responsabile de interacțiunea cu utilizatorii
 - Solicitarea unui serviciu se face, de obicei, printr-un mecanism de apel la distanță (Java RMI, CORBA, HTTP)
 - Fluxurile de control din server și clienți sunt independente, cu excepția sincronizărilor pentru gestionarea cererilor și primirea răspunsurilor



- Utilitate
 - Sisteme distribuite complexe, care gestionează un volum mare de date

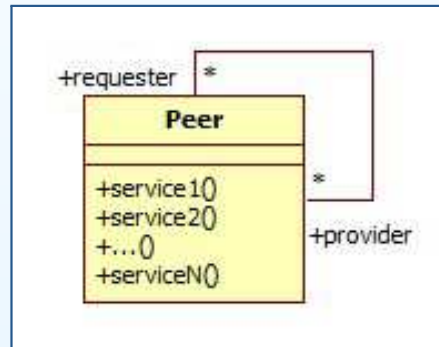
Exemple de arhitecturi client-server

- Un sistem informațional cu o bază de date centralizată
 - Clienții sunt responsabili de colectarea inputurilor utilizator, validarea acestora și inițierea tranzacțiilor cu baza de date
 - Serverul este responsabil de executarea tranzacțiilor și garantarea integrității datelor
 - În acest caz, stilul client/server este o particularizare a stilului repository, în care structura de date centralizată este gestionată de un proces
- WWW - un client accesează date oferite de diverse servere



Peer-to-peer

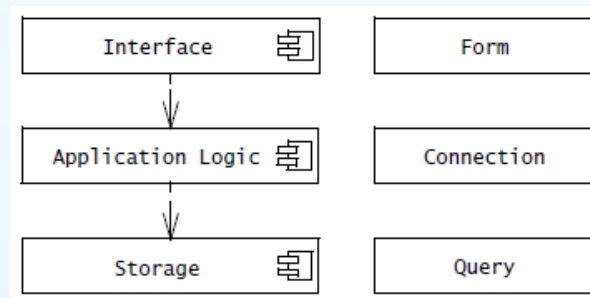
- Generalizare a stilului arhitectural client-server: un subsistem poate juca atât rol de client, cât și de server (fiecare subsistem poate solicita și oferi servicii)
 - Fluxurile de control sunt independente, cu excepția sincronizărilor pe cereri



- Exemple
 - O bază de date care acceptă cereri de la o aplicație, dar o și notifică atunci când se produc schimbări asupra datelor

Three-tier architecture

- Subsistemele sunt organizate pe trei straturi/nivele
 - *interfață* utilizator - include toate obiectele *boundary* care mediază interacțiunea cu utilizatorii (ferestre, forme, pagini Web, etc.)
 - *logica aplicației* - include toate obiectele *entity* și *control* care realizează verificările, procesările și notificările cerute de aplicație
 - *accesul la date* - gestionează și oferă acces la datele cu caracter persistent



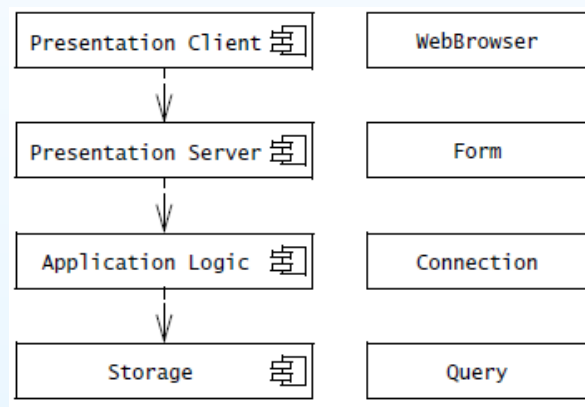
- Avantaje
 - Nivelul de acces la date joacă rolul repository-ului din stilul arhitectural omonim și poate fi partajat de către aplicațiile care operează asupra respectivelor date
 - Separarea dintre logica aplicației și interfață permite modificări ale interfeței fără a afecta logica aplicației

MVC vs. Three-tier architecture

- Stilul arhitectural MVC este nonierarhic (triangular)
 - Subsistemul *view* trimite cereri către subsistemul *controller*
 - Subsistemul *controller* actualizează subsistemul *model*
 - Subsistemul *view* este notificat de către subsistemul *model*
- Stilul arhitectural 3-tier este ierarhic (liniar)
 - Nivelul de prezentare nu comunică niciodată direct cu cel de date (arhitectură închisă)
- MVC nu acoperă problema persistenței datelor

Four-tier architecture

- O variație a stilului arhitectural three-tier, în care nivelul *interfață* se descompune în
 - *prezentare client* - localizat pe mașinile client
 - *prezentare server* - localizat pe unul sau mai multe servere



- Avantaje
 - Pe nivelul prezentare client pot exista diferiți clienți, o parte a obiectelor *boundary* fiind reutilizate
 - Ex.: un sistem bancar include pe nivelul de prezentare client o interfață Web pentru utilizatori, un ATM și o interfață desktop pentru angajații băncii. Formele partajate de toți clienții sunt definite și procesate la nivelul prezentare server, eliminând redundanța între clienți

Pipes and filters

- *Pipeline* - lanț de unități de procesare (procesare, thread-uri, ...) aranjate astfel încât output-ul uneia reprezintă input-ul următoarei
- *Pipes and filters* - stil arhitectural constând din două tipuri de subsisteme, denumite *pipes* (canale) și *filters* (filtre)
 - *Filter* - subsistem care efectuează un pas de procesare
 - *Pipe* - conexiune dintre doi pași de procesare
- Fiecare subsistem filtru are un canal de intrare și unul de ieșire
 - Datele preluate din canalul de intrare sunt procesate de către filtru și trimise canalului de ieșire
- Ex. Unix shell: `ls -a | cat`