

Universitatea POLITEHNICA din București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Arhitecturi software orientate pe servicii

Lucrare de dizertație

**Prezentată ca cerință parțială pentru obținerea
titlului de *Master***

**în domeniul *Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației*
programul de studii *Tehnologii Software Avansate pentru Comunicatii***

Conducător științific
Eduard Popivici

Absolvent
Andrei Mihaescu

Anul 2016

Declarație de onestitate academică

Prin prezenta declar că lucrarea cu titlul *Arhitecturi software orientate pe servicii*, prezentată în cadrul Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației a Universității “Politehnica” din București ca cerință parțială pentru obținerea titlului de *Master* în domeniul Inginerie Electronică și Telecomunicații/ Calculatoare și Tehnologia Informației, programul de studii *Tehnologii Software Avansate pentru Comunicatii* este scrisă de mine și nu a mai fost prezentată niciodată la o facultate sau instituție de învățământ superior din țară sau străinătate. Declar că toate sursele utilizate, inclusiv cele de pe Internet, sunt indicate în lucrare, ca referințe bibliografice. Fragmentele de text din alte surse, reproduse exact, chiar și în traducere proprie din altă limbă, sunt scrise între ghilimele și fac referință la sursă. Reformularea în cuvinte proprii a textelor scrise de către alți autori face referință la sursă. Înțeleg că plagiatul constituie infracțiune și se sancționează conform legilor în vigoare. Declar că toate rezultatele simulărilor, experimentelor și măsurărilor pe care le prezint ca fiind făcute de mine, precum și metodele prin care au fost obținute, sunt reale și provin din respectivele simulări, experimente și măsurători. Înțeleg că falsificarea datelor și rezultatelor constituie fraudă și se sancționează conform regulamentelor în vigoare.

București, Iunie 2016.

Absolvent: Andrei Mihaescu

.....

Cuprins

Lista figurilor	iii
Lista tabelelor	iv
Lista acronimelor	v
1. Introducere	1
1.1. Ce este o arhitectura software?	1
1.2. De ce este arhitectura importantă ?	2
1.3. Obiectivele arhitecturii software	2
1.4. Principii arhitecturale cheie	3
2. Principii fundamentale ale arhitecturii software	4
2.1. Principii de proiectare	5
2.1.1. Standarde de proiectare	6
2.1.2. Nivelele aplicației	6
2.1.3. Componente, module și funcții	7
3. Tipare și stiluri arhitecturale	8
3.1. Ce este un stil arhitectural?	8
3.1.1. Sumar al stilurilor arhitecturale	9
3.1.2. Combinarea stilurilor arhitecturale	9
3.2. Arhitectura client/server	10
3.3. Arhitectura bazată pe componente	11
3.4. Arhitectura stratificată	12
3.5. Arhitectura bazată pe bus de mesaje	14

Lista figurilor

2.1. Organizarea pe "arii de responsabilitate"	4
--	---

Lista tabelelor

3.1. Categorii și stiluri arhitecturale	8
3.2. Sumar al stiluri arhitecturale	9

Lista acronimelor

BDFU - Big Design Upfront
COBRA - Common Object Request Broker Architecture
COM - Common Object Model
DCOM - Distributed Common Object Model
DRY - Don't repeat yourself
EJB - Enterprise Java Beans
ESB - Enterprise Service Bus
ISB - Internet Service Bus
JIT - Just in time
LOB - Line-of-business
MVC - Model View Controller
P2P - Peer-to-Peer
QA - Quality Assurance
SOA - Service Oriented Architecture
UML - Unified Modelling Language
URI - Uniform Resource Identifiers
YAGNI - You ain't gonna need it

Capitolul 1

Introducere

1.1 Ce este o arhitectura software?

Arhitectura software reprezintă procesul de definire a unei soluții structurate care îndeplinește toate cerințele tehnice și operaționale, totodată optimizând metrici comune de calitate precum performanța, securitatea și facilitatea de gestionare. Aceasta presupune o serie de decizii bazate pe o gamă largă de factori fiecare din aceștia având un impact considerabil asupra calității, performanței, gestionabilității și bunei funcționării a aplicației.

Philippe Kruchten, Grady Booch, Kurt Bittner și Rich Reitman au derivat și rafinat definiția arhitecturii software bazându-se pe munca lui Mark Shaw și David Garlan (Shawn and Garlan 1996). Definiția lor este următoarea:

”Arhitectura software înglobează setul deciziilor semnificative legate de organizarea unui sistem software ce includ selectarea elementelor structurale și a interfețelor din care sistemul este compus; comportamentul așa cum reiese din interacțiunea acestor elemente; compunerea acestor elemente structurale și comportamentale în subsisteme mai mari; și un stil arhitectural care guvernează această organizare. Arhitectura software implică constrângeri și compromisuri legate de funcționalitate, utilitate, robustețe, performanță, reutilizare, inteligibilitate, economie, tehnice și estetice.”

În cartea *”Patterns of Enterprise Application Architecture”*, Martin Fowler evidențiază câteva teme recurente explicând conceptul de arhitectură. El identifică aceste teme după cum urmează: ”Descompunerea de nivel înalt a unui sistem în părți componente; deciziile care sunt dificil de schimbat; există multe arhitecturi într-un sistem; ceea ce este arhitectural important se poate schimba de-a lungul ciclului de viață al sistemului; și, la final, arhitectura se rezumă la lucrurile importante.”

În cartea *”Software Architecture in Practice (2nd edition)”* Bass, Clements, and Kazman definesc arhitectura astfel: ”Arhitectura software a unui program sau a unui sistem de calcul reprezintă structura sau structurile, ce înglobează elementele software, proprietățile lor vizibile către exterior și relația între acestea. Arhitectura se preocupă cu partea publică a interfețelor; detaliile private ale elementelor - cele ce sunt strict legate de implementarea internă - nu sunt legate de arhitectură.”

1.2 De ce este arhitectura importantă ?

Ca orice structură complexă, software-ul trebuie construit pe o bază solidă. Neluarea în considerare a anumitor scenarii cheie, cât și ignorarea anumitor probleme comune de design pot pune aplicația în pericol. Uneltele și platformele moderne ajută la construirea aplicațiilor, însă nu pot înlocui nevoia unei proiectării atente a aplicației, bazată pe scenarii și cerințe. Riscurile pe care le presupune o arhitectură slab gândită sunt instabilitatea, inabilitatea de a susține cerințele actuale și viitoare de business sau dificultatea de instalare și gestiune într-un mediu de producție.

Un sistem ar trebui proiectat luând în considerare utilizatorul, infrastructura și obiectivele de business. Pentru fiecare din aceste arii, trebuie gândite scenarii cheie, identificate proprietățile relevante și arii cheie de satisfacție și desatisfacție. Unde este posibil, este indicat să se stabilească metrici precise care vor putea fi evaluate pentru a măsura succesul fiecărei arii.

Cel mai probabil vor exista compromisuri și un echilibru trebuie găsit între cerințele concurente din aceste trei arii. De exemplu experiența utilizatorului, este adesea o funcție de business și infrastructură și schimbările într-una din zone o poate drastic afecta. În mod similar, schimbările la nivelul experienței de utilizare pot avea impact la nivelul infrastructurii și business. Performanța ar putea fi importantă din punct de vedere business și al utilizatorului, dar administratorul de sistem poate nu avea mijloacele financiare pentru a atinge obiectivele în 100% din timp. Un compromis ar fi să atingă obiectivele 80% din timp.

Rolul arhitecturii este acela de a defini modul în care elemente majore și componente din cadrul aplicației sunt folosite sau interacționează între ele. Selectarea structurilor de date și a algoritmilor, cât și detaliile de implementare specifice fiecărei componente nu sunt de interes pentru proiectare. Problemele de arhitectură și proiectare de multe ori se intercalează. În unele cazuri, deciziile țin mai mult de arhitectură. În altele, în schimb țin mai mult de proiectare și de cum acestea contribuie la realizarea arhitecturii.

1.3 Obiectivele arhitecturii software

Arhitectura software urmărește să găsească un compromis între specificațiile de business și cele tehnice înțelegând cazurile de utilizare și apoi găsind căi de implementare. Obiectivele arhitecturii sunt acelea de a găsi cerințele care influențează structura aplicației. O arhitectură bine realizată reduce riscurile de business asociate cu construirea unei soluții tehnice. Un design bun este suficient de flexibil ca să poată gestiona devierile de la tehnologiile software și hardware care pot apărea în timp, cât și cerințele utilizatorilor. Un arhitect trebuie să ia în considerare efectul global al deciziilor de proiectare, cât și compromisurile inerente între factorii de performanță, dar și cele cu privire la utilizator, infrastructură și cerințele de business.

1.4 Principii arhitecturale cheie

Pentru proiectarea unei arhitecturii următoarele principii cheie ar trebui luate în calcul:

- **Arhitectura trebuie să fie concepută pentru a suporta schimbări, nu pentru a rămâne neschimbată.** Întotdeauna trebuie luat în calcul cum aplicația s-ar putea modifica de-a lungul timpului pentru a putea răspunde noilor cerințe și provocări.
- **Modelarea trebuie făcută pentru a reduce riscul.** Este indicată folosirea uneltelor de proiectare, a sistemelor de modelare precum **UML** - *Unified Modelling Language* și a vizualizare unde este cazul pentru a putea evidenția cerințele și a deciziile arhitecturale și de proiectare, analizându-le impactul.
- **Folosirea modelelor și a uneltelor de vizualizare pentru comunicare și colaborare.** Comunicarea eficientă a designului, a deciziilor luate și schimbărilor necesare este necesară unei arhitecturi bune. Este recomandată folosirea modelelor, a vederilor și a altor mijloace de vizualizare a arhitecturii pentru a comunica și împărtăși eficient ideile cu clienții, rezultând astfel într-o comunicare rapidă a schimbărilor de proiectare.
- **Identificarea deciziilor tehnice cheie.** Este esențială înțelegerea deciziilor tehnice cheie pentru evitarea greșelilor comune. Investirea în luarea acestor decizii bine de prima dată este importantă pentru a obține un design flexibil și foarte puțin expus riscului de a fi afectat de viitoare schimbări.

Pentru rafinarea arhitecturii este recomandată o abordare incrementală și iterativă. Se pornește de la o arhitectură de bază pentru a avea o imagine de ansamblu, după care crează arhitecturii derivate pe măsură ce aceasta este testată și îmbunătățită. Modelul incipient nu trebuie să acopere toate nevoile, ci ar trebui să reprezinte un prim design pe care să poată fi testate cerințele de business. În mod iterativ vor fi adăugate detaliile care vor putea o primă imagine de ansamblu corectă, pentru ca mai târziu să fie adăugate și detaliile de finețe. O greșeală foarte des întâlnită este aceea de a se concentra pe detaliile neesențiale încă din faze incipiente și de a urma direcții greșite făcând presupuneri incorecte sau eșuând în a evalua eficient arhitectura.

Capitolul 2

Principii fundamentale ale arhitecturii software

Acest capitol va aborda principiile fundamentale de proiectare ale unei arhitecturii software. Aceasta este adesea descrisă ca organizarea sau structura unui sistem, care reprezintă o colecție de componente ce îndeplinesc o funcție sau un set de funcții specifice. Cu alte cuvinte, arhitectura se concentrează pe organizarea componentelor ce vor oferi o anumită funcționalitate. Organizarea funcțională a componentelor implică grupare acestora în "arii de interes", după cum se poate vedea în schemă de mai jos.

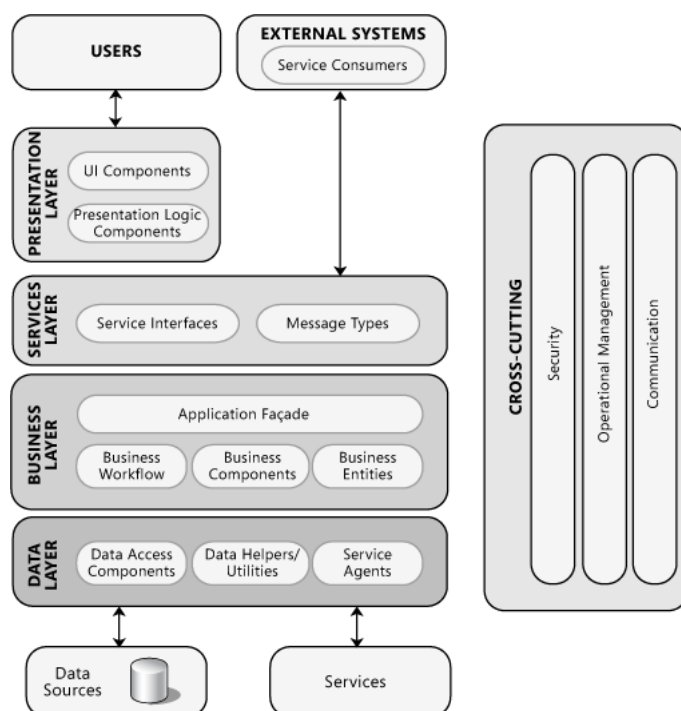


Figura 2.1: Organizarea pe "arii de responsabilitate"

Pe lângă gruparea pe componente, alte arii de interes se concentrează pe interacțiunea între acestea și pe cum ele funcționează împreună.

2.1 Principii de proiectare

La începerea procesului de proiectare trebuie avute în vedere principiile care vor contribui la crearea unei arhitecturii care aderă la practici consacrate, reduce costurile și care încurajează ușurința de folosire și posibilitățile de extindere. Acestea sunt:

- **Separarea atribuțiilor.** Aplicația trebuie divizată în funcționalități distincte cu o suprapunere cât mai mică între acestea. Factori importanți pentru a obține aceasta o reprezintă un nivel mare de coeziune și o cuplare slabă între componente, însă separarea greșită funcționalităților poate duce la o cuplare strânsă între acestea chiar dacă fiecare atribuțiile fiecărei componente nu se suprapun.
- **Principiul responsabilității unice.** Fiecare componentă sau modul ar trebui să îndeplinească o singură funcționalitate sau o agregare coerentă de funcționalități.
- **Principiul cunoașterii minime (cunoscut și sub numele de Legea lui Demeter).** O componentă sau un obiect nu ar trebui să cunoască detaliile interne de implementare ale altor componente sau obiecte.
- **Nu te repeta (eng. Don't repeat yourself - DRY)** Funcționalitatea ar trebui să fie implementată într-un singur loc. De exemplu, în cadrul proiectării unei aplicații, funcționalitate ar trebui implementată într-o singură componentă și nu ar mai trebui duplicată și în alta.
- **Minimizarea proiectării anticipate.** Proiectarea ar trebui să se rezume doar la ceea ce este necesar. În unele cazuri însă, atunci când costurile de dezvoltare sau al uni eșec în design sunt foarte mari, proiectarea anticipată este necesară. În altele, în special în cadrul dezvoltării agile, aceasta (eng. **BDUF - big design upfront**) poate fi evitată. Dacă cerințele aplicației sunt neclare sau există posibilitate unor evoluții a designului în viitorul apropiat, evitarea eforturilor de proiectare prematură este indicată. Acest principiu se mai numește și **YAGNI (eng. "You ain't gonna need it")**.

În cadrul proiectării unei aplicații sau a unui sistem, obiectivul unui arhitect este să minimizeze complexitatea separând designul în mai multe arii de responsabilitate. De exemplu, interfața grafică, procesele de business și accesul la date reprezintă arii diferite. În cadrul fiecăreia, componentele proiectate ar trebui să fie focusate pe responsabilități diferite, fără a conține cod din cadrul alteia. De exemplu, interfața grafică nu va conține cod care accesează direct sursele de date; în schimb va folosi componente specializate pentru obținerea datelor.

O evaluare cost/beneficiu va fi folosită pentru determinarea investiției necesare. În unele cazuri poate fi necesară o simplificare a structurii, permițând legarea interfeței grafice la un set de date. În general, separarea funcționalităților va fi făcută ținând cont și de partea de business. Cele ce urmează vor prezenta factori care afectează ușurința de design, implementare, testare și mentenanță a aplicației.

2.1.1 Standarde de proiectare

La nivelul fiecărui nivel logic, acolo unde este posibil, proiectare componentelor ar trebui să fie consistentă în cadrul unei operații. De exemplu, dacă se folosește tiparul "Table Data Gateway" pentru a crea un obiect care să reprezintă punctul de acces al tabelelor dintr-o bază de date, nu ar mai trebui folosit un altul (ex. "Repository") care folosește o altă paradigmă pentru accesarea datelor și inițializarea entităților de business. Însă, este posibilă folosirea altor tipare pentru operațiuni al unui alt modul care are o varietate mai largă de cerințe, cum ar fi o aplicație care necesită tranzacții business și rapoarte.

Funcționalitatea nu trebuie duplicată în cadrul aceleiași aplicații; o singură componentă va oferi această funcționalitate, care nu va mai exista într-o alta. Aceasta va duce la componente coerente și va ușura optimizarea acestora dacă o anumită funcționalitate va suferi modificări. În caz contrar, duplicarea funcționalității va îngreuna implementarea schimbărilor, scădea claritatea și va introduce potențiale inconsistențe.

Atunci când este posibil, compoziția este preferată în defavoarea moștenirii pentru refolosirea funcționalității deoarece creșterea dependenței între părinte și clase care moștenesc. Aceasta de asemenea reduce ierarhiile de moștenire, ceea ce poate deveni dificil de gestionat.

Stabilirea unui stil de codare și a unei convenții de denumire pentru dezvoltare va oferi un model consistent care va facilita revizuirea codului de către membrii ai echipei care nu l-au scris, ceea ce duce la o administrare îmbunătățită.

Mentținerea calității sistemului se poate face folosind tehnici automatizate de QA pe parcursul dezvoltării, precum scrierea de teste unitare, analiza de dependențe și analiza statică a codului pe parcursul dezvoltării. Define clear behavioral and performance metrics for components and sub-systems, and use automated QA tools during the build process to ensure that local design or implementation decisions do not adversely affect the overall system quality.

Proiectarea componentelor aplicației și a sub-sistemelor cu o înțelegere clară a nevoilor operaționale specifice fiecăreia va ușura semnificativ instalarea și mentenanța acestora. În vederea eficientizării acestor două operațiuni metrice și date operaționale sunt necesare echipei responsabile de infrastructură. Pentru aceasta folosirea unetelor automatizate pentru asigurarea calității pot fi folosite.

2.1.2 Nivelele aplicației

Pentru a pune în practică principiul "ariilor de responsabilitate" aplicația este împărțită în blocuri funcționale a căror funcționalitate se suprapune cât mai puțin. Mare avantaj al acestei abordări este că fiecare bloc funcțional va putea fi optimizat independent față de restul aplicației. În plus, dacă unul încetează să funcționeze, acesta nu va cauza și defectarea altora, iar procesele pot rula independent unul față de celălalt. Această abordare contribuie și la facilitarea înțelegerii și proiectării aplicațiilor și simplifică administrarea sistemelor complexe interdependente.

Permițând fiecărui nivel să comunice cu celălalte sau să fie dependent de alte nivele va crește gradul de complexitate al aplicației și o va face mai greu de înțeles și administrat, așadar regulile de interacțiune între acestea trebuie foarte bine explicitate, astfel încât fluxul datelor în aplicație să fie foarte limpede.

Implementarea couplării slabe între nivele se poate implementa prin folosirea abstractizării, definindu-se astfel componente-interfața precum "façade" cu intrări și ieșiri bine cunoscute care se traduc prin cereri într-un format cunoscut înțeles de nivelul respectiv. În plus, se pot folosi tipurile Interface sau clase de bază abstracte pentru a implementa o interfață comună.

Separarea tipurilor de component în cadrul aceluiași nivel logic se poate obține prin identificarea diferitelor arii de responsabilitate și apoi prin gruparea componentelor asociate fiecăruia

pe nivele logice. De exemplu, interfața grafică nu ar trebui să conțină componente legate de procesare business, însă ar trebui să conțină elemente care permit utilizatorului să introducă date.

Amestecând formatele datelor în cadrul unui nivel sau a unei component va face ca aplicația să devină mai dificil de implementat, extins și administrat, așadar formatul trebuie să fie consistent. În caz contrar, de fiecare dată când este necesară trecerea de la un format la altul, o operație de traducere trebuie efectuată ceea ce atrage după sine efort suplimentar.

2.1.3 Componente, module și funcții

O componentă sau un obiect nu trebuie să depindă de detaliile interne ale unei alte componente sau obiect. Fiecare componentă sau obiect ar trebui să apeleze o metodă a unui alt obiect sau component, iar aceasta să aibă informații despre cum să proceseze cererea și eventual cum să o redirecționeze către altele.

Funcționalitatea unei componente nu trebuie supraîncărcată. De exemplu, o componentă a interfeței grafice nu va conține cod specific accesului datelor și nici nu va încerca să ofere o funcționalitate suplimentară. Adesea componentele supraîncărcate au multe funcții și proprietăți care furnizează funcționalități de business amestecate cu funcționalități transverse precum logare și tratarea excepțiilor. Resultatul este un design foarte predisus erorilor și dificil de menținut. Aplicarea principiului responsabilității unice și a separării ariilor de responsabilitate contribuie la evitarea acestui lucru.

Înțelegerea felului în care componentele comunică între ele presupune înțelegerea cazurilor de utilizare pentru care aplicația a fost concepută. Trebuie stabilit dacă toate componentele vor rula în cadrul aceluiași proces sau dacă comunicarea dincolo de barierele fizice sau de proces este necesară, implementând interfețe de comunicare.

Codul funcționalităților auxiliare trebuie separat de logica de business. Acest cod este cel responsabil pentru securitate, comunicare și management operațional precum logare și instrumentație. Amestecarea codului care implementează aceste funcții cu logica de business poate duce la un design dificil de extins și menținut. Schimbările acestui cod necesită implică alterarea logicii de business. Pentru a rezolva această problemă se recomandă folosirea librăriilor și tehnicilor, precum programarea orientate pe aspecte.

Componentele, modulele și funcțiile ar trebui să definească un contract sau o interfață care descrie în mod explicit utilizare și comportamentul acestora. Un contract conține o descriere explicând cum celălalte componente funcționalitățile componente, modulului sau funcției alături de comportamentul acesteia înainte de apelare, după apelare, efecte adverse ale acesteia, excepții, caracteristici de performanță și alți factori.

Capitolul 3

Tipare și stiluri arhitecturale

În acest capitol voi prezenta tipare și principii de nivel înalt des întâlnit în aplicațiile. Acestea sunt adesea numite stiluri arhitecturale și includ tipare cum ar fi client/server, arhitectura stratificată, arhitectură bazată pe componente, arhitectură cu bus de mesaje și arhitectura orientată pe obiecte (SOA). Pentru fiecare stil, voi prezenta o imagine de ansamblu, caracteristicile principale, avantajele și informații legate de ce stil se potrivește cărei aplicații. Este important de înțeles că stilurile descriu diferite aspecte ale aplicațiilor. De exemplu, unele stiluri arhitecturale descriu tipare de instalare, altele descriu probleme legate de structuri și design, iar altele descriu soluții de comunicare. Prin urmare o aplicație tipică va folosi o combinație a mai mult de un stil din cele descrise.

3.1 Ce este un stil arhitectural?

Un stil arhitectural, adesea numit și tipar arhitectural, reprezintă un set de principii care crează un cadru abstract pentru o familie de sisteme. Un stil arhitectural îmbunătățește partiționarea și încurajează reutilizarea designului oferind soluții la probleme recurente. Tiparele și stiluri arhitecturale pot fi privite ca și principii care conturează forma unei aplicații. Garlan și Shaw definesc un stil arhitectural : *”...o familie de sisteme în termenii unui tipar de organizare structurală. Mai exact, un stil arhitectural determină vocabularul de componente și conectori care pot fi utilizați în cadrul său, împreună cu un set de constrângeri care explică cum acestea pot fi combinate. Acestea pot include constrângeri legate de topologie (ex. fără cicluri). Alte constrângeri ar putea face parte din definiția stilului.”*

Înțelegerea stilurilor arhitecturale oferă mai multe avantaje. Cel mai important ar fi că oferă un limbaj comun. Oferă de asemenea posibilitate unor discuții agnostice cu privire la tehnologie, care facilitează discuții la nivel înalt incluzând tipare și principii, fără a intra în detalii. De exemplu, folosind stiluri arhitecturale, se poate discuta despre client/server versus n-niveluri. Stilurile arhitecturale pot fi organizate în funcție de aria lor cheie. Următoarea lista enumeră zonele majore de interes alături de stilul lor corespunzător.

Categorie	Stil arhitectural
Comunicare	Arhitectură orientată pe servicii, Bus de mesaje
Instalare	Client/Server, N-Niveluri
Structură	Arhitectură stratificată

Tabela 3.1: Categoriile și stiluri arhitecturale

3.1.1 Sumar al stilurilor arhitecturale

Următorul tabel enumeră stilurile arhitecturale descrise în cadrul acestei lucrări, împreună cu o scurtă descriere a fiecăruia.

Stil arhitectural	Descriere
Client/server	Împarte sistemul în două aplicații, în care clientul lansează cereri către server. În multe cazuri, serverul este o bază de date cu logică implementată în proceduri stocate.
Arhitectură bazată pe componente	Împarte aplicația în componente funcționale sau logice reutilizabile care expun interfețe de comunicare bine cunoscute.
Arhitectură stratificată	Partiționează aplicația în grupuri funcționale numite niveluri.
Bus de mesaje	Un stil arhitectural care implică folosirea unui sistem software care poate primi și trimite mesaje folosind unu sau mai multe canale de comunicare, astfel încât aplicațiile să poată interacționa fără a cunoaște detalii specifice.
N-niveluri/3-niveluri	Împarte aplicația în blocuri funcționale la fel ca arhitectura stratificată însă fiecare segment este localizat pe o mașină fizică diferită.
Obiect orientată	O paradigmă bazată pe împărțirea responsabilităților unei aplicații sau sistem în componente individuale reutilizabile și obiecte, fiecare conținând datele și comportamentul relevante.
Arhitectură orientată pe servicii (SOA)	Se referă la aplicații care expun și consumă funcționalități prin intermediul serviciilor folosind contracte și mesaje.

Tabela 3.2: Sumar al stilurilor arhitecturale

3.1.2 Combinarea stilurilor arhitecturale

Arhitectura unui sistem software nu este aproape niciodată limitată la doar un stil arhitectural, însă este adesea o combinație a mai multor stiluri care formează un sistem complet. De exemplu am putea avea un sistem cu design SOA a cărui servicii au fost dezvoltate folosind o arhitectura stratificată și una orientată pe obiecte.

O combinație de stiluri este de asemenea utilă dacă se dorește construirea unei aplicații web, unde se poate obține o separare eficientă a funcționalității folosind arhitectura stratificată. Aceasta va separa logica de afișare de logica de business și de cea de acces la date. Din motive de securitate poate fi impusă o instalare a aplicației pe 3 niveluri sau chiar pe mai multe. Nivelul de prezentare poate fi instalat în partea demilitarizată a rețelei companiei. În cadrul acestui nivel se poate folosi un tipar separat pentru prezentare, cum ar fi Model-View-Controller (MVC), pentru modelul de interacțiune. Se poate folosi și SOA pentru implementarea unei comunicații orientată pe mesaje între serverul web și serverul aplicativ.

În cazul unei aplicații desktop, clientul va trimite cereri către server. Ceea ce se pretează în acest caz este arhitectura client/server împreună cu abordarea orientată pe componente pentru

a descompune mai departe designul în module care expun interfețele adecvate de comunicare. Folosirea designului orientat pe obiecte ar îmbunătăți reutilizabilitatea, testarea și flexibilitatea.

Mulți factori pot influența alegerea stilului. Aceștia includ și capacitatea de design și implementare a organizației; capacitatea și experiența dezvoltatorilor; infrastructura și constrângerile organizaționale.

3.2 Arhitectura client/server

Arhitectura client/server descrie sistemele distribuite care implică separarea clientului și serverului și conectarea acestora prin rețea. Cea mai simplă implementare a unui sistem client/server implică un server care este accesat direct de mai mulți clienți, adesea numit stil arhitectural pe 2 niveluri.

În mod tradițional, arhitectura client/server era implementată printr-o aplicație desktop cu interfață grafică ce comunica cu un server de baze de date conținând majoritatea logicii de business în proceduri stocate. Mai generic, însă, arhitectura client/server descrie relația între un client și unul sau mai multe servere, clientul inițiind una sau mai multe cereri folosind interfața grafică, așteaptă răspunsuri și execută procesările la recepție. Serverul în mod tipic autorizează utilizatorul și apoi declanșează procesele necesare pentru generarea rezultatului. Serverul poate să trimită răspunsurile folosind o varietate de protocoale și formate de date pentru a comunica informația clientului.

Astăzi exemple ale arhitecturii client/server includ programele bazate pe browserele Web ce rulează pe Internet sau intranet; aplicații ale sistemului de operare care accesează servicii de date prin intermediul rețelei; aplicații care accesează surse de date distante; unele și utilitare pentru manipularea sistemelor la distanță.

Alte variațiuni ale stilului client/server includ:

- **Sisteme client-coadă-client.** Această abordare permite clienților să comunice cu alți clienți printr-o coadă aflată pe un server. Clienții pot citi și pot trimite date către un server care se comportă precum o simplă coadă pentru stocarea informațiilor. Asta permite clienților să distribuie și să sincronizeze fișiere și informații. Aceasta se mai numește uneori și arhitectura cozii pasive.
- **Aplicații peer-to-peer (P2P).** Dezvoltat plecând de la stilul precedent, P2P permite clientului și serverului să-și inverseze rolurile cu scopul de a distribui și sincroniza informații și fișiere pe mai mulți clienți. Extinde stilul client/server prin generarea mai multor răspunsuri la cereri, date partajate, descoperirea resurselor și redundanța față de pierderea unor noduri.
- **Servere aplicative.** Un stil arhitectural în care serverul găzduiește și execută aplicații și servicii pe care un client lejer le accesează prin intermediul unui browser sau a unui program specializat. Un astfel de exemplu este un client care execută o aplicație care rulează bazându-se pe servicii terminal.

Principalele beneficii ale acestui stil sunt:

- **Securitate sporită.** Toate datele sunt stocate pe server, ceea ce în general oferă un control al securității mai bun decât mașinile client.
- **Acces centralizat la date.** Deoarece datele sunt stocate numai pe server, accesul și actualizările datelor sunt mult mai ușor de administrat decât în orice alt stil arhitectural.

- **Mentenanță facilă.** Rolurile și responsabilitățile unui sistem de calcul sunt distribuite între mai multe servere care sunt cunoscute prin intermediul rețelei. Aceasta presupune transparență pentru client vizavi de posibile reparații, actualizări sau relocări ale unui server.

Acest stil se pretează foarte bine dacă aplicația ce se dorește a fi dezvoltată este: un server care va deservi mulți clienți, o aplicație Web, aplicația conține procese de business care vor fi utilizate în interiorul organizației sau se dorește crearea unor servicii care vor fi consumate de alte aplicații. Stilul arhitectural client/server este de asemenea adecvat atunci când se dorește centralizarea datelor, crearea redundanței și a funcțiilor de administrare sau când aplicația trebuie să deservească diverse tipuri de clienți și dispozitive.

Totuși, tradiționalul stil client/server pe 2-Niveluri are numeroase dezavantaje cum ar fi tendința de corelarea strânsă a datelor aplicației și a logicii de business pe server, ceea ce poate impacta în mod negativ scalabilitatea și dependența de serverul central, ceea ce afectează și fiabilitatea sistemului. Pentru a rezolva această problemă stilul arhitectural a evoluat într-unul ceva mai generic pe 3-Nivele (N-Nivele), descris în cele ce urmează și care reușește să înlăture dezavantajele inerente ale modelului pe 2 nivele, dar păstrează avantajele acestuia.

3.3 Arhitectura bazată pe componente

Arhitectura bazată pe componente descrie o abordare a ingineriei software pentru proiectare și dezvoltarea sistemelor. Se concentrează pe descompunerea designului pe componente funcționale individuale sau logice care expun interfețe de comunicare bine definite conținând metode, evenimente și proprietăți. Aceasta crează un nivel mai înalt de abstractizare decât principiile obiect orientării și nu se axează pe probleme cum ar fi protocoale de comunicare și partajarea stărilor.

Principalele trăsături ale acestui stil sunt:

- **Reutilizarea.** Componentele sunt de obicei proiectate pentru a fi reutilizate în diferite scenarii în aplicații diferite. Totuși, unele sunt proiectate pentru sarcini specifice.
- **Substituția.** Componentele pot fi substituite cu componente similare.
- **Nespecific contextului.** Componentele sunt proiectate pentru a funcționa în medii și contexte diferite. Informații specifice, cum ar fi datele de stare, ar trebui transmise componentei în loc să fie incluse sau accesate de către aceasta.
- **Extensibilitatea.** O componentă poate fi extinsă pornind de la componente existente pentru a oferi noi funcționalități.
- **Encapsularea.** Componentele expun diferite interfețe care permit apelantului să-i acceseze funcționalitatea și care nu divulgă detalii legate de procesele sau variabilele interne.
- **Independența.** Componentele sunt proiectate pentru a avea dependențe minime față de alte componente. Prin urmare acestea pot fi instalate în orice mediu fără a afecta alte componente sau sisteme.

Tipuri comune de componente utilizate în aplicații includ componente grafice cum ar fi butoane și grile și componente ajutătoare sau utilitare care expun un set de funcții specifice folosite de către alte componente. Alte tipuri de componente sunt acelea care sunt strâns legate de resurse, nu așa de des accesate și care trebuie activate folosind abordarea *just-in-time (JIT)* - des întâlnită în cadrul componentelor comandate la distanță ; și componente bazate pe cozi ale căror apeluri de metode pot fi executate asincron folosind mesaje de așteptare.

Componentele depind de un mecanism din cadrul platformei care oferă un mediu în care ele să poate fi executate. Exemplele includ : *component object model (COM)* și *distributed component object model (DCOM)* pentru Windows; și *Common Object Request Broker Architecture (CORBA)* și *Enterprise Java Beans (EJB)* pentru alte platforme. Aceste mecanisme administrează localizarea componentelor și a interfețelor acestora, transmiterea mesajelor și a comenzilor între componente și în unele cazuri menținerea stării.

Principalele avantaje ale acestui stil sunt:

- Ușurința instalării. Pe măsură ce noi versiuni devin disponibile, acestea pot înlocui versiunile existente fără a impacta vreo altă componentă sau sistemul ca un întreg.
- Cost redus. Utilizare componentelor terțe permite reducerea costurilor de dezvoltare și administrare.
- Ușurința dezvoltării. Componentele implementează interfețe bine cunoscute pentru a oferi funcționalitate definită, permițând dezvoltarea fără a impacta alte părți ale sistemului.
- Reutilizarea. Folosirea componentelor reutilizabile înseamnă că acestea pot împărtăși costul de dezvoltare pe mai multe aplicații și sisteme.
- Atenuarea complexității tehnice. Componentele reduc complexitatea prin folosirea cadrului componentei și a serviciilor. Exemple de servicii includ activarea, gestionare timpului de viață, metode de așteptare, eveniment și tranzacții.

Tipare de proiectare cum ar fi Dependency Injection sau Service Locator pot fi utilizate pentru gestionare dependențelor între componente și pentru a încuraja slaba cuplare și reutilizarea. Aceste tipare sunt adesea folosite pentru a construi aplicații compozite ce combină și reutilizează componente în cadrul mai multor aplicații.

Se dorește folosirea acestei arhitecturii dacă: există deja componente adecvate sau dacă există acces la componente terțe; aplicația va conține predominant funcții procedurale, sau poate puține date; se folosesc mai multe limbaje de programare. De asemenea, acest stil se pretează a fi folosit în cazul în care se dorește crearea unei arhitecturii modulare sau compozite care să permită schimbarea și actualizarea facilă a componentelor individuale.

3.4 Arhitectura stratificată

Arhitectura stratificată se concentrează pe gruparea funcționalităților conexe din cadrul unei aplicații pe niveluri diferite care sunt grupate orizontal unele deasupra celorlalte. Funcționalitate în cadrul fiecărui nivel este dominată de un rol sau o responsabilitate comună. Comunicarea între niveluri este explicită și slab corelată. Stratificarea corectă ajută la separarea responsabilității care sporește flexibilitate și ușurința administrării.

Acest stil a fost descris ca fiind o piramidă întoarsă în care fiecare nivel agregă responsabilitățile și abstractizările nivelului imediat inferior. Folosind stratificarea strictă, componentele din cadrul unui nivel pot interacționa doar cu componente din cadrul aceluiași nivel sau cu componente din nivelul imediat inferior. O stratificare mai lejeră permite componentelor dintr-un nivel să interacționeze cu componente din același nivel sau orice componente aparținând nivelurilor inferioare.

Straturile aplicației pot fi aceeași mașină fizică (pe același nivel) sau pot fi distribuite pe mașini diferite (N-Nivele) și componentele din același nivel comunica cu componente din alte nivele prin interfețe bine definite. De exemplu o aplicație web tipică este alcătuită dintr-un nivel de prezentare (tot ceea ce ține de interfața grafică), un nivel de logică business și un nivel de acces de date.

Principalele trăsături ale acestui stil includ:

- **Abstractizarea.** Arhitectura stratificată abstractizează imaginea de ansamblu a sistemului ca și întreg în vreme ce oferă destule detalii pentru a înțelege rolurile și responsabilitățile fiecărui nivel individual și relația între ele.
- **Encapsularea.** Nici o presupune nu trebuie făcută cu privire la tipurile de date, metode și proprietăți sau implementare în timpul proiectării, deoarece acestea nu vor fi expuse public.
- **Nivele funcționale clar definite.** Separarea funcționalității pe fiecare nivel este clară. Nivele superioare cum ar fi cel de prezentare trimit comenzi celor inferioare, cum ar fi cele de business și acces de date și poate reacționa la evenimente din aceste nivele, permițând fluxuri de date în ambele sensuri.
- **Nivel ridicat de coeziune.** Limitele bine definite ale responsabilității fiecărui nivel și asigurarea faptului ca fiecare nivel conține funcționalitatea strict legată de sarcinile acelui nivel contribuie la maximizare nivelului de coeziune din acel nivel.
- **Reutilizarea.** Nivele inferioare nu depinde de cele superioare, permițând o posibilă reutilizare a acestora în cadrul altor scenarii.
- **Cuplare slabă.** Comunicarea între nivele este bazată pe abstractizare și evenimente pentru a oferi o cuplare slabă între acestea.

Exemple de aplicații stratificate includ aplicații de tip line-of-business (LOB) precum sisteme de contabilitate și administrarea clienților; aplicații web de tip enterprise și site-uri web și aplicații desktop sau agenți inteligenți cu un server central pentru logica de business.

Tiparele de proiectare care susțin acest stil arhitectural sunt numeroase. De exemplu tiparele "Separated Presentation" conțin a varietate largă de tipare pentru manipularea interacțiunilor cu interfața grafică, logica de prezentare și business și datele aplicației cu care utilizatorul lucrează. Acesta permite designerilor să lucreze la interfața grafică în vreme ce dezvoltatorii lucrează la codul care va orchestra totul. Împărțind funcționalitatea astfel crește șansele de a test comportamentul individual al rolurilor. Principiile cheie ale acestui tipar sunt :

- **Separare responsabilității.** Acest tipar împarte procesare interfeței grafice în roluri distincte; de exemplu MVC are 3 roluri diferite: modelul, view-ul și controller-ul. Modelul reprezintă datele; View-ul reprezintă interfața grafică; Controller manipulează cererile, modelul și efectuează alte operații.
- **Notificări bazate pe evenimente.** Tiparul observator este folosit pentru a trimite notificări View-ului când datele administrate de model se schimbă.
- **Procesare delegată a evenimentelor.** Controller-ul procesează evenimente lansate din interfața grafică.

Principalele beneficii ale acestui stil și tipar sunt :

- **Abstractizarea.** Nivelele permit schimbări la nivel abstract. Se poate crește sau scădea nivelul de abstractizare al fiecărui nivel din stivă.
- **Izolarea.** Permite izolarea actualizărilor la nivele individuale pentru a reduce riscul și a minimiza impactul asupra sistemului ca și întreg.

- Administrarea. Separarea responsabilităților cheie ajută la identificarea depedențelor și organizează codul în blocuri mult mai gestionabile.
- Performanța. Distribuirea nivelelor pe mai multe mașini fizice poate crește scalabilitatea, fiabilitatea și performanța.
- Reutilizarea. Rolurile promovează reutilizarea. De exemplu, în MVC, Controller-ul poate adesea fi refolosit de către alte View-uri pentru a crea un rol specific sau un view personalizat bazat pe aceeași funcționalitate și date.
- Testarea. Posibilitatea sporită de testare rezultă din interfețe bine definite, cât și din posibilitatea de a trece de la o implementare la alta a interfeței nivelului. Tiparele de tip "Separated Presentation" permit construirea obiectelor de test pentru a simula comportamentul obiectelor concrete cum ar fi modelul, controller-ul sau view-ul în timpul testării.

Acest stil este adecvat cazului în care există nivele care poate fi reutilizate în alte aplicații, dacă există deja aplicații care expun procese de business prin interfețe de serviciu sau dacă aplicația este complexă și design-ul de nivel înalt impune o separare astfel încât echipele să se poată concentra pe arii diferite. Acest stil este potrivit și în cazul în care aplicația trebuie să fie disponibilă pe tipuri diferite de clienți sau dispozitive sau dacă se dorește implementarea unor reguli și procese business complexe și configurabile.

Tiparul prezentat mai sus sporește posibilitatea de testare a aplicației și simplifică mentenanța funcționalității interfeței grafice și oferă posibilitatea separării sarcinilor de concepere a interfeței grafice de dezvoltarea logicii de business.

3.5 Arhitectura bazată pe bus de mesaje

Arhitectura bazată pe bus de mesaje descrie principiul folosirii unui sistem software care primește și trimite mesaje folosind unul sau mai multe canale de comunicare, astfel încât aplicațiile pot interacționa fără a fi nevoite să cunoască detalii. Este un stil de proiectare a aplicațiilor a caror interacțiune se realizează prin transmitere de mesaje (de obicei asincron) prin intermediul unui bus comun. Implementările tipice ale acestui stil folosesc fie un ruter de mesaje fie tiparul "Publish/Subscribe" și sunt adesea implementate folosind sisteme de mesagerie de tip "cozi de mesaje". Multe implementări sunt alcătuite din aplicații individuale care comunică folosind o schemă comună și o infrastructură partajată pentru primirea și trimiterea de mesaje. Un bus de mesaje oferă posibilitatea de a gestiona :

- Comunicații orientate pe mesaje. Toate comunicațiile între aplicații se bazează pe mesaje care folosesc scheme cunoscute.
- Logică complexă de procesare. Operațiile complexe poate fi executate folosind un set de operațiuni mai mici, fiecare realizează o sarcină specifică, ca parte a unui proces cu mai multe etape.
- Modificări ale logicii de procesare. Deoarece interacțiunea cu bus-ul se bazează pe scheme și comenzi comune, se pot insera și scoate aplicații din bus pentru a schimba logica care este folosită pentru a procesa mesajele.
- Integrarea cu diverse medii. Folosind comunicarea orientată pe mesaje bazate pe standarde comune se pot crea interacțiuni între medii diferite cum ar fi Microsoft .Net și Java.

Arhitecturile bazate pe bus de mesaje au fost folosite în cadrul procesărilor complexe. Acest design oferă o arhitectură ce permite inserarea aplicațiilor în proces și îmbunătățește scalabilitatea prin posibilitatea de a atașa numeroase instanțe ale aceleiași aplicații în bus. Variații ale acestui stil sunt:

- Enterprise Service Bus (ESB). Bazată pe design cu bus de mesaje, ESB folosește servicii pentru comunicarea între bus și componentele atașate la bus. De obicei oferă servicii pentru convertirea mesaje între diferite formate, permițând clienților să folosească mesaje incompatibile pentru a comunica între ei.
- Internet Service Bus (ISB). Similar cu precedentul doar că în acest caz aplicațiile se află în cloud și nu pe rețeaua companiei. Un concept esențial al ISB reprezintă folosirea URI-urilor (Uniform Resource Identifiers) și a politicilor pentru controlarea rutării informației din cadrul proceselor aplicațiilor și serviciilor din cloud.

Principalele avantaje ale acestui stil sunt:

- Extensibilitate. Aplicațiile pot fi adăugate sau înlăturate de pe bus fără a avea impact asupra aplicațiilor existente.
- Complexitate redusă. Complexitatea aplicațiilor este redusă, deoarece fiecare aplicație nu trebuie să cunoscă decât modul de interacțiune cu busul.
- Flexibilitate. Setul de aplicații care alcătuiesc un proces complex sau tiparele de comunicare între aplicații, pot fi ușor schimbate pentru a răspunde nevoilor de business, pur și simplu prin modificarea configurării sau a parametrilor care controlează rutarea.
- Cuplare slabă. Atât timp cât aplicațiile expun o interfață adecvată pentru comunicarea cu busul de mesaje, nu există nici o dependență față de aplicația în sine, aceasta permițând schimbări, actualizări și înlocuiri cu aplicații ce expun aceeași interfață.
- Scalabilitate. Mai multe instanțe ale aceleiași aplicații pot fi atașate busului pentru a prelucra mai multe cereri în același timp.
- Simplitatea aplicației. Deși implementarea unui bus de mesaje adaugă complexitate infrastructurii, fiecare aplicație nu trebuie să asigure decât o singură conexiune la bus în locul mai multora, către celelalte aplicații.

Acest stil arhitectural este potrivit cazurilor în care deja există aplicații care funcționează împreună pentru a realiza anumite funcții sau care combină mai multe sarcini într-o singură operație. Acest stil este adecvat dacă se dorește implementarea unei sarcini care necesită interacțiune cu aplicații externe sau aplicații găzduite pe medii diverse.