Verteilte Systeme

Prof. Dr. Martin Becke

CaDS - HAW Hamburg

Version 0.9

Inhalt

Architekturparadigmen

Überblick

- Schichtenarchitektur
- Client-Server-Architektur
- Service-Orientierte Architektur (SOA)
- Ereignisgesteuerte Architektur (Event-Driven)
- Microservices-Architektur
- Peer-to-Peer-Architektur (P2P)

Architekturparadigmen

Grundelement node

- Autonomes Computerelement
- Hardware-Systeme oder Software-Prozesse
- Teilen keinen gemeinsamen Speicher
- Kommunikation über Nachrichten

Schichtenarchitektur

Definition

- Hierarchische Struktur
- Definiert Abstraktionsebenen mit allgemeinen Schnittstellen
- Jede Schicht repräsentiert ein Set von Funktionen
- Jede Schicht hat eine oder mehrere Interpretationen
- Jede Interpretation implementiert Protokolle

Schichtenarchitektur

Bedeutung

- Komplexe Systeme in kleinere, einfachere Teile zerlegen
- Trennung von Verantwortlichkeiten
- Schichten können unabhängig entwickelt, getestet und gewartet werden
- Jede Schicht kann als Komponente verstanden werden
- Interoperabilität und Kompatibilität steigt
- Wiederverwendbarkeit steigt
- Chance und Risiko für Sicherheit
- Historisch wichtig und immer noch hohen Einfluss

Schichtenarchitektur

Beispiele

- ISO OSI Referenzmodell
- DECnet
- Cloud Architekturen
- Micro Service Architekturen

Layer

Definition

- Logische Gruppierung von Funktionen
- Schichten werden in der Regel vertikal angeordnet
- Jede Schicht erfüllt eine spezifische Funktion

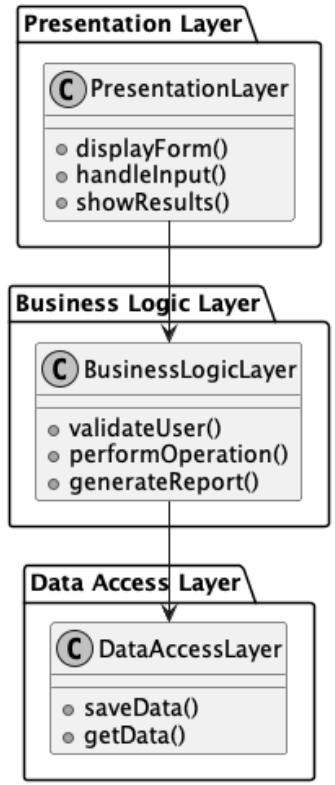
Layer

Beispiel

- Presentation Layer
- Business Logic Layer
- Data Access Layer

Layer

Als Komponenten



Tier

Definition

- Physische oder logische Aufteilung
- Jedes Tier hat normalerweise eine spezifische Funktion
- Normalerweise durch eine Netzwerkverbindung miteinander verbunden

Tier

Beispiel

- Präsentations-Tier
- Anwendungs-Tier
- Datenbank-Tier

Tier

Als Komponenten

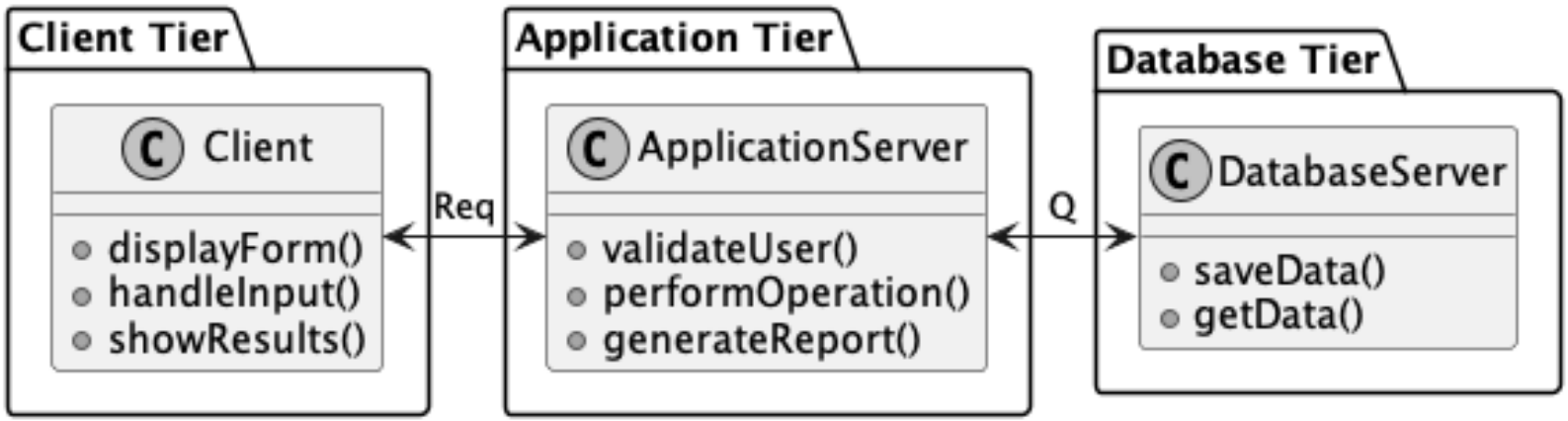


Figure – Einfaches Tier Modell

Single Node

Definition

- Architekturtyp
- Anwendungen werden auf einem einzelnen Knoten ausgeführt
- Keine Verteilung der Funktionen
- Knoten kann ein physischer Server oder eine virtuelle Maschine sein
- Knoten kann von verschiedenen Systemen sammeln und verarbeiten

Single Node

Vorteile

- Entwicklung und Testen
- Kleine Anwendungen
- Datenintensive Anwendungen

Single Node

Umsetzung und Beispiele

- Container-Technologien
- Serverless-Computing (AWS Lambda)
- Netflix : Netflix verwendet das Single-Node-Pattern, um die Datenverarbeitung in ihren AWS-Cloud-Instanzen
- Airbnb : Airbnb verwendet das Single-Node-Pattern, um ihre Webanwendung (nicht die Daten) in einem einzigen Knoten zu hosten

Overlay

Idee

- Logische Verbindung muss keiner physikalischen Verbindung entsprechen
- Genutzte Netzwerkstruktur besteht häufig auf der obersten Schicht einer physikalischen Netzwerkstruktur
- Zusätzliche Abstraktion und Organisation
- Zusätzliche Komplexität und Overhead

Overlay

Beispiel P2P

- In einem P2P-Netzwerk sind die Knoten gleichberechtigte Teilnehmer
- Teil oder voll vermascht
- Bekanntes Beispiel für ein P2P-Overlay-Netzwerk ist BitTorrent

Overlay

P2P - Strukturierte Netzwerke

- Geordnete Struktur
- Verwenden meist deterministische Verfahren oder Algorithmen
- Routing effizienter und vorhersagbarer
- Ein Beispiel für ein strukturiertes Routing-Verfahren ist DHT
- Suche kann in logarithmischer Zeit (O(log N)) durchgeführt werden

Overlay

P2P - Un-Strukturierte Netzwerke

- Keine Struktur
- Verwendung auf Basis von Heuristiken und Zufall
- Routing kaum effizient zu gestalten
- Typisch ist hohe Netzwerklast
- Flooding- oder Random-Walk-Verfahren für die Suche
- Schädliche Teilnehmer ein besonderes Problem

Middleware Architektur

Idee

- Kapselung der Aufgabe
- Eigene Schicht für die Herausforderung der verteilten Systemen
- Schicht wird als « Middleware- »Schicht bezeichnet
- Bietet im besten Fall die Schnittstelle des kohärenten Systems

Middleware Architektur

Definition nach Tanenbaum

- Bereitstellung eines breiten Angebotes für die Kommunikation
- Dem (Un-)Marshaling Prozess
- Protokolle zur Namensauflösung
- Sicherheitsprotokolle
- Mechanismen zur Steigerung der Skalierung

Middleware Architektur

Erweiterte Anforderungen

- Mehrere Sprachen
- Mehreren Betriebssystemen und Hardwaretypen
- Mehrere Netzwerkprotokolle zur Einbindung von Internetstrukturen

Middleware Architektur

Kommunikation

- Point to point
- Point to multipoint
- Publish/subscribe
- Client/Server, Request/Reply
- Mobile code
- Virtual shared

Middleware Architektur

Message Oriented Middleware (MOM)

- Direkte Kommunikation zwischen Anwendungen (Message Passing)
- Indirekte Kommunikation über eine Warteschlange (Message Queueing)
- Herausgeber stellt dem Abonnenten Nachrichten zur Verfügung (Publish & Subscribe)

Client-Server-Architektur

Modell

- In dieser Architektur gibt es zwei Hauptkomponenten
- Client - nutzt (Consumer)
- Server - bietet an (Provider)
- Ein spezielle « 2-Tier Architektur »
- Front-End-Client und einem Back-End-Server

Client-Server-Architektur

Beispiele

- Webanwendungen
- Datenbankanwendungen

Client-Server-Architektur

Kaskadenartige Kommunikation

- n-Tier-Architektur sind Tiers sowohl Consumer- als auch Provider
- Auswirkung auf Latenz, Komplexität, Fehleranfälligkeit, Skalierbarkeit
- Einführung von Optimierungsmechanismen, wie Caching, Lastverteilung, asynchrone Kommunikation

Client-Server-Architektur

SSP - Stub/Skeleton Chains

- Eine Implementierungsform von Interface-Definitionen zur Kommunikation
- Methodenaufrufe von einer Schicht zur anderen
- Stub ist ein Platzhalter für eine entfernte Methode (Lokal oder Remote)
- SSP Stub/Skeleton Chains sind eine Sequenz von Stubs und Skeletons
- Gemeinsame Sprache zwischen verschiedenen Schichten oder Tiers

Event-Driven Architecture

Idee

- Kommunikation getrieben über Events oder Nachrichten
- Komponenten reagieren auf Events oder Nachrichten
- Keine direkte Kommunikation (Vergleich Eventbus)

Event-Driven Architecture

Beispiele

- Aktienhandelssystem
- IoT-Sensornetzwerk
- E-Commerce-Plattform

Event-Driven Architecture

Aufbau

- Event-Producer
- Event-Channel
- Event-Consumer

Event-Driven Architecture

Erweiterung um Lambda Architecture

- Häufig im Kontext von Big-Data- und Echtzeitanalysen
- Datenverarbeitungsarchitekturmuster
- Latenzarme und fehlertolerante Analyse- und Verarbeitungssysteme

Lambda Architecture

Aufbau

- Batch-Layer
- Speed-Layer
- Serving-Layer

Microservices-Architektur

Idee

- Anwendung ist Sammlung kleiner, unabhängiger und modularer Dienste
- Dienste sind lose gekoppelt, können unabhängig voneinander entwickelt, bereitgestellt und skaliert werden
- Entwicklerteam je Dienst
- Erhöhte Komplexität, Kommunikations-Overhead, Sicherheits- und Authentifizierungsfragen

Microservices-Architektur

Beispiele

- Online-Shop
- Content-Management-System
- Bankanwendung

Peer-to-Peer-Architektur

Idee

- Einzelne Knoten (Peers) kommunizieren direkt miteinander
- Knoten sowohl Clients als auch Server
- Teilen Ressourcen und tragen gemeinsam zur Leistung und Skalierbarkeit des Netzwerks bei

Peer-to-Peer-Architektur

Beispiele

- Dateifreigabe
- Kommunikation und Messaging
- Blockchain und Kryptowährungen
- Beispiel wird nochmals Overlay und P2P Architektur deutlich machen

Hexagonal Onion Architektur

Idee

- Kombination aus zwei bekannten Architekturmustern : Hexagonale Architektur und Zwiebelarchitektur
- Die Kernlogik des Systems ist unabhängig von externen Einflüssen
- Ports und Adaptern dienen als Schnittstelle zwischen der Kernlogik und externen Anliegen

Hexagonal Onion Architecture

Typische Schichten

- Domain
- Application
- Ports
- Adapters

Hexagonal Onion Architecture

Beispiel mit Microservices

- Domain : Verwalten von Produkten und Dienstleister
- Application : Prozesse für Kauf, Verkauf, Retoure, Wartung, etc
- Microservice : Online Bestellungs-Service mit Abhängigkeit Bezahlservice
- Microservice : Online Produkt-Service
- Microservice : Online Zahlungs-Service
- Microservice : Online Versand-Service

Time Triggered vs Event Triggered

Diskussion

- Synchronisation
- Determinismus
- Koordination
- Latenz
- Ressourcen