ИКОНОМИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ВАРНА

КАТЕДРА „ИНФОРМАТИКА“

РЕФЕРАТ

по дисциплината

„Интернет технологии и комуникации“

на тема:

Облачни комуникационни модели в дистрибутирана система за управление на поръчки

Докторант:
Йордан Йорданов

Научен ръководител:
доц. д-р Павел Петров

Варна, 2022

Съдържание

Списък на съкращенията

REST	Representational State Transfer
GRPC	Google Remote Procedure Call
API	Application Programming Interface
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
CNCF	Cloud Native Computing Foundation
WWW	World Wide Web
JSON	JavaScript Object Notation
IDL	Interface Definition Language
SOA	Service-oriented architecture
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
URI	Uniform Resource Identifier
CRUD	Create, Read, Update, Delete

Въведение

Комуникационните технологии са важен актив за много широкомащабни уеб приложения, в частност системи за електронна търговия или управление на поръчки. Те са част от световната мрежа, която сама по себе си представлява разпределена система от взаимосвързани ресурси.

Актуалността на изследваната тема се обуславя от тенденцията облачните технологии да се превръщат в инструменти за стратегическа трансформация и дигитализация на бизнеса. Облачните платформи позволяват мигновено пускане на иновативните идеи на пазара. Тези предимствата поставят компаниите една стъпка пред конкурентите.

Обект на изследване в настоящия труд е разпределена информационна система, базирана на микроуслуги, работеща върху множество процеси и сървъри (хостове). Всяка услуга се изпълнява в отделен процес като контейнер, разположен в клъстер от виртуални машини. Субектите взаимодействат помежду си с помощта на протоколи за комуникация като HTTP, AMQP, TCP в зависимост от естеството на работа. Инфраструктурата е разгърната в облачната платформа Azure и се управлява от инструмент за оркестрация Kubernetes.

Целта на реферата е да представи информационното взаимодействие между подсистемите за управление, които комуникират чрез технологии за изпращане и получаване на данни.

Основни точки, които са поставени:

- да се разгледат актуалните комуникационни модели, които интегрират отделните части на софтуерният продукт;

- да се предложат основни принципи и добри практики при изграждането на облачно базираните приложения;

Основната теза на изследването е свързана с предизвикателства при внедряването на бизнес процеси „от край до край“, като същевременно се поддържа последователност и съгласуваност в компонентите на системата. Архитектурата трябва да изпълни важни нефункционални изисквания като: висока степен на достъпност[1], разширяване на мащаба[2] при увеличаващ се потребителски трафик и други.

Клиент и услугите могат да използват различни видове комуникация, насочени към постигането на различни цели. Може да разграничим два основни типа, които се използват между компонентите на системата: синхронна и асинхронна.

1. Синхронна комуникация

Уеб услугите са интерфейси, които са предназначени за комуникация между машини, за разлика от уеб сайтовете, които са насочени към взаимодействието с хората и се достъпват през браузър. Уеб услугите могат да обслужват различни видове клиенти, като мобилни, базирани в потребителския браузър или други сървърни услуги.

В синхрония подход клиентът изпраща HTTP[3] заявка към услуга, която я обработва и връща обратно HTTP отговор. Клиентският код може да продължи своята задача само след получаване на отзива. HTTP заявките и отговорите имат обща структура: съдържат набор от заглавни редове, които включват информация за методите и субекта.

[1] висока степен на достъпност - компонент на технологична система, която елиминира единични точки на повреда, за да осигури непрекъснатіи операции или време на работа за продължителен период.

[2] мащабируемост - способността на система, мрежа или процес да поддържа увеличаващ се обем на работа.

[3] Протоколът за прехвърляне на хипертекст (HTTP) е мрежов протокол, от приложния слой на OSI модела, за пренос на информация. Използва TCP/IP .

1.1 Механизъм за трансфер на репрезентативно състояние

Прехвърляне на представително състояние (REST) е архитектурен подход за проектиране на уеб услуги, който обхваща основите на световна мрежа. Представен е през 2000г. като част от дисертацията на Рой Т. Филдинг. REST е стил за изграждане на разпределени системи, базирани на хипермедия. Той е независим от протоколите на приложния слой, като концептуалните идеи зад него са взети от HTTP и основавани на WWW.

Основно предимство на REST е, че той използва отворени стандарти и не обвързва внедряването на API или клиентските приложения с конкретна реализация.

REST API са проектирани около ресурси/бизнес обектите. Например, в системата за управление на поръчки основните субекти са потребители и поръчки. Създаването на поръчка може да се постигне чрез изпращане на HTTP POST заявка, която съдържа определена информацията. HTTP отговорът показва дали поръчката е направена успешно или не. Ресурсът не винаги се основава на един елемент от физически данни. Например, ресурсът за поръчка се внедрява вътрешно от няколко таблици в релационна база данни, но представен като едно цяло. REST е стил за моделиране на обекти и операциите, които приложението изпълнява върху тях. Обектите често се групират в колекции (поръчки, клиенти). Колекцията е отделен ресурс и притежава собствен идентификатор. Добра практика е да организираме URI в йерархия като например: *https://manager.com/orders* връща колекцията от поръчки. Всеки елемент в колекцията има свой собствен уникален идентификатор, като този за конкретна клиентска поръчка може да бъде *https://manager.com/orders/eu.123123.231.* Представянето на връзките между различните видове ресурси, като

например доставки за поръчка: *https://manager.com/orders/eu.123123.231/deliveries*. Важно да отбележим, че това ниво на сложност може да бъде трудно за поддържане ако връзките между ресурсите се променят в бъдеще.

HTTP протоколът дефинира редица методи, показани в таблица 1.1, които осигуряват различна семантика, когато се прилагат към ресурс:

Метод	Описание
GET	
HEAD	
PUT	
DELETE	
POST	
OPTIONS	

Таблица 1.1: Таблица на официалните методи на HTTP 1.1.

Ефектът от конкретна заявка зависи от това дали ресурсът е колекция или отделен елемент. Следващата таблица обобщава общите конвенции, приети от повечето RESTful реализации, използвайки примера за управление на поръчки.

Ресурс	GET	POST	PUT	DELETE

Таблица 1.2: Таблица на общите REST конвенции.

Както бе споменато по-рано, клиентите и сървърите обменят представяния на ресурси. Например в POST, тялото на заявката съдържа представяне на ресурса за създаване. В GET заявка тялото на отговора съдържа представяне на извлечения ресурс.

В HTTP протокола форматите се определят чрез използване на типове медии, наричани още MIME. За недвоични данни, повечето уеб API поддържат JSON (тип на медия = application/json) или XML (тип на носител = application/xml) като формат за обмен. Те се фокусират единствено върху сбитото представяне на структурирани данни. Например, заявка към посочения по-горе URI за детайли на поръчка, ще върне отговор:

```
{
    "orderId":eu.123123.231,
    "orderValue":99.90,
    "productId":1
}
```

Сървърът информира клиента за резултата от заявка чрез използване на предварително зададени “кодове на състоянието”. Класовете кодове на могат да се видят в таблица 2.2.

Статус код	Тип	Описание	Пример
1xx			
2xx			
3xx			
4xx			
5xx			

Таблица 1.3: Таблица с диапазоните на кодовете на HTTP

REST е гъвкав архитектурен стил, който дефинира CRUD-базирани операции. Клиентите взаимодействат със сървъра през HTTP с модел на заявка/отговор. Той е широко разпространен, но следва да разгледаме по-

нова комуникационна технология, набираща скорост в общността на облачните технологии: gRPC.

1.2 Механизъм за заявки към отдалечени процедури

gRPC е модерна, високопроизводителна рамка, която развива дистанционно извикване на процедури (RPC). На ниво приложение, gRPC рационализира съобщенията между клиенти и бек-енд услуги. Произхождащ от Google, това е проект с отворен код и част от Cloud Native Computing Foundation.

Клиентско gRPC приложение разкрива локална функция в уеб услуга, която реализира бизнес операция. Тази локална функция извиква друга функция на отдалечена машина.

В приложенията, базирани на облак, разработчиците често работят на различни езици за програмиране, рамки и технологии. gRPC осигурява „хоризонтален слой“, който абстрахира опасенията от несъвместимост.

gRPC използва HTTP/2 като транспортен протокол, който разполага с много разширени възможности:

- Двоичен протокол за транспортиране на данни, за разлика от HTTP1.1, който е текстов.
- Позволяващо заявки и отговори за асинхронно предаване на голям набор от данни (масиви)

gRPC е базирана на технология с отворен код, наречена Protocol Buffers. Файловете **.proto** осигуряват висока ефективност и платформено-неутрален формат за структуриране на съобщения. Използвайки междуплатформен език за дефиниране на интерфейс (IDL), разработчиците дефинират “договор” за всяка микроуслуга. Договорът, реализиран като текстов .proto файл, описва методи, входове и изходи за всяка услуга.

Същият файл на договора може да се използва за клиенти на gRPC и услуги, изградени на различни платформи за разработка.

Използвайки прото файла, компилаторът може да генерира както клиентски, така и сървърен код за целевата платформа. Кодът включва следните компоненти:

• Строго обособени обекти, споделени от клиента и услугата, които представляват елементи от съобщението;

• Базов клас, който отдалечената gRPC услуга може да наследява;

Може да разгледаме следния пример за **order_delivery.proto**.

```
syntax = "proto3"; // версия на синтаксиса

option csharp_namespace = "Manager.Protos";

package order_delivery; // идентификатор на пакета

import "google/protobuf/wrappers.proto";

service OrdersDeliveries {
  rpc GetOrder (GetOrderRequest) returns (NullableOrder); // метод за
извикване
}

message GetOrderRequest { // формат на съобщението
  google.protobuf.StringValue order_nr = 1;
}
```

По време на изпълнение всяко съобщение се сериализира като стандартно представяне на Protobuf и се обменя между клиента и отдалечената услуга. За разлика от JSON или XML, съобщенията на Protobuf се сериализират като компилирани двоични байтове.

1.3 Сравнение на двата стила за реализация

Следната таблица сравнява различните архитектурни видове:

	REST	gRPC
формат		
случай на употреба		

Таблица 1.4: Таблица

Всички услуги, осъществяващи синхронна комуникация имат много знания една за друга. Създава се тясна връзка между различните микроуслуги, което нарушава една от предпоставките за използване на микросервизи. Всеки път, когато бъде добавена нова услуга и тя трябва да бъде актуализирана за нещо, което се случва в системата, ще трябва да се направят промени в кода, за да бъде извикана и тази нова услуга. Така добавянето на нови услуги става все по-трудно. С течение на времето системата може да бъде натоварена на места, които не сме забелязали в началото.

Недостатъците на използването на синхронна комуникация ще бъде „малък мост“, към следващата точка, където ще разгледаме асинхронната комуникация.

2. Асинхронна комуникация

Важен момент при изграждането на микроуслуги е интеграцията помежду им. Комуникацията между вътрешните микроуслуги трябва да е сведена до минимум. Целта на всяка микроуслуга е да бъде автономна и достъпна за потребителя, дори ако другите услуги, които са част от приложението не работят. В случай, когато трябва да се извърши повикване от една микроуслуга към други (като изпълнение на HTTP заявка за данни), за да може да се предостави отговор, имате архитектура, която няма да бъде устойчива, когато някоя от частите се срине. Освен това, когато се създадът вериги от заявки/отговори, производителността на микроуслугите се намалява.

2.1 Базирана на съобщения комуникация

Асинхронните съобщения и управляваната от събития комуникация са от критично значение при разпространението на промените в множество микроуслуги и свързаните с тях домейн модели. Когато настъпят промени, системата се нуждае от начин за съгласуване им в различните модели. Решението е евентуална последователност и комуникация, управлявана от събития, базирана на асинхронни съобщения.

Клиент прави заявка към услуга, като й изпраща съобщение. Тъй като това е асинхронна комуникация, клиентът приема, че отговорът няма да бъде получен веднага или че няма никакъв отговор. Съобщението се състои от заглавие (метаданни като информация за идентификация) и тяло. Съобщенията се изпращат чрез асинхронни протоколи като AMQP. Част от предпочитаната инфраструктура за този тип е брокер на съобщения, който е различен от тези, използвани в SOA. В „олекотен“ вариант, той действа като шина.

Налични са различни брокери на съобщения като всеки един има низ за връзка и потребителски достъп. Реалната част на процеса се състои в крайните точки, които публикуват и получават съобщения, тоест в микроуслугите. Важно правило, което системата за управление се опитва да спазва, доколкото е възможно, е да използва само асинхронни съобщения между вътрешните услуги, а синхронна комуникация: само от клиентските приложения към API Gateway.

Когато се използва асинхронна комуникация, управлявана от събития, микроуслуга публикува интеграционно събитие, задействащо се когато нещо се случи в нейния домейн и друга микроуслуга трябва да получи информация за това. Пример е промяна на цената в микроуслуга от продуктов каталог. Микроуслугите се абонират за събитията, за да могат да ги получават асинхронно. Когато това се случи, получателите може да актуализират собствените си обекти. Тази система за публикуване/абониране се изпълнява чрез използване на реализация на шина за събития.

2.2 Съгласуваност между услугите

Високата степен на наличност и толерантността към частични проблеми не могат да бъдат гарантирани на 100% в разпределените системи. От гледна точка на широкомащабните уеб архитектури, това е основна за съхранението в услугите, тъй като тези компоненти запазват текущите състояния на приложението.

Предизвикателството е да се внедрят бизнес процеси от край до край, като същевременно се поддържа последователност в услугите. Важни предизвикателства за последователността са:

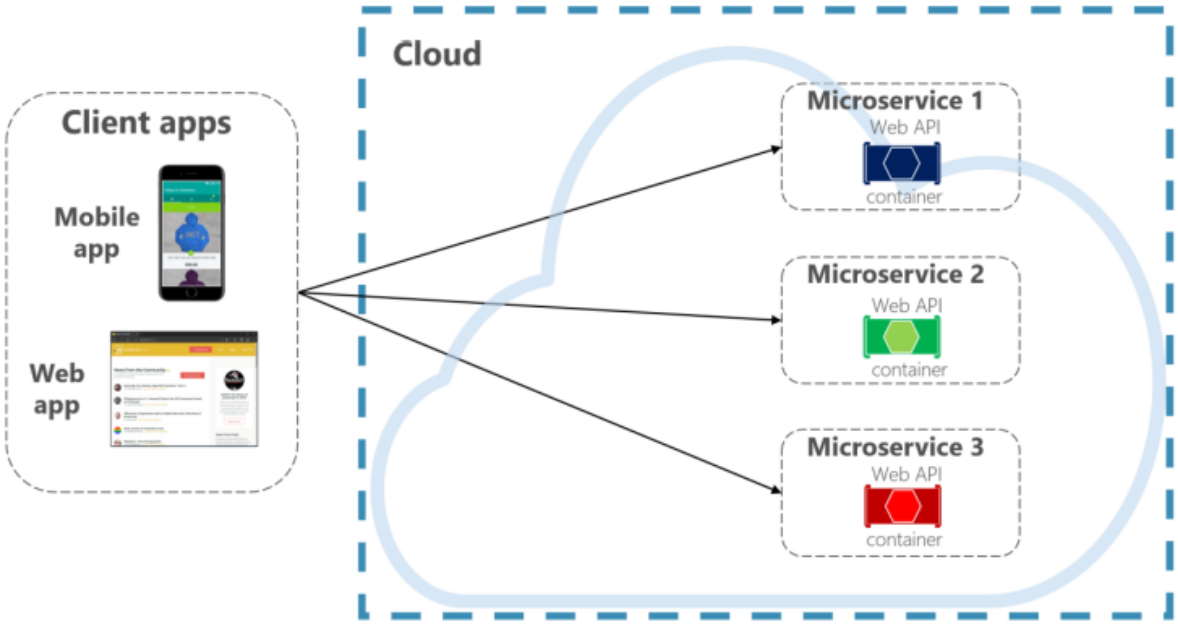
- Нито една услуга не трябва да включва таблици/хранилища за данни от друга и не трябва да извиква директни заявки към тях;
- Предизвикателство при възникване на частична повреда – колкото по-свързани са частите на системата, толкова по-голям проблем.

3. Комуникационни модели за достъп до бекенда

В облачната система, мобилните и уеб клиенти изискват комуникационни канали за взаимодействие с микроуслугите. Съществуват два архитектурни подхода, описани в следващите две подточки.

3.1 Директна комуникация на клиент с микроуслуга

За да бъдат нещата опростени, клиент от „предния край“ може да комуникира директно с микроуслугите. Следната фигура показва този вариант:



Фигура 1.1: Директна комуникация между клиента и услугата

Този подход се използва, когато различни части от страницата на клиента изискват различни микроуслуги. Всяка микроуслуга има публична крайна точка, която е достъпна от клиентските приложения. Макар и лесна

за изпълнение, директната комуникация с клиента би била приемлива само за прости микросервизни приложения. Този модел свързва тясно клиентите от предния край с основните бек-енд услуги, което отваря врата за редица проблеми, включително:

- Микроуслугите трябва да бъдат изложени на „външния свят“;
- Междусекторни проблеми като удостоверяване и оторизация;
- Сложен клиентски код - клиентите трябва да следят множество крайни точки и да се справят с възможни неуспехи;

3.2 Използване на шлюз за приложете интерфейси

Като надграждане на първия модел за проектиране, облачната инфраструктура позволява да се внедри услуга: **API Gateway**. Тя предоставя единична точка за група микроуслуги. Наподобява модела за дизайн: „фасадата“[4]. Известен е също като „**backend for frontend**“. Изгражда се за конкретните нужди на клиента. Действа като пълномощник между клиентите и микроуслугите. Може да осигури удостоверяване, кеширане или други. Azure предоставя няколко готови продукта:

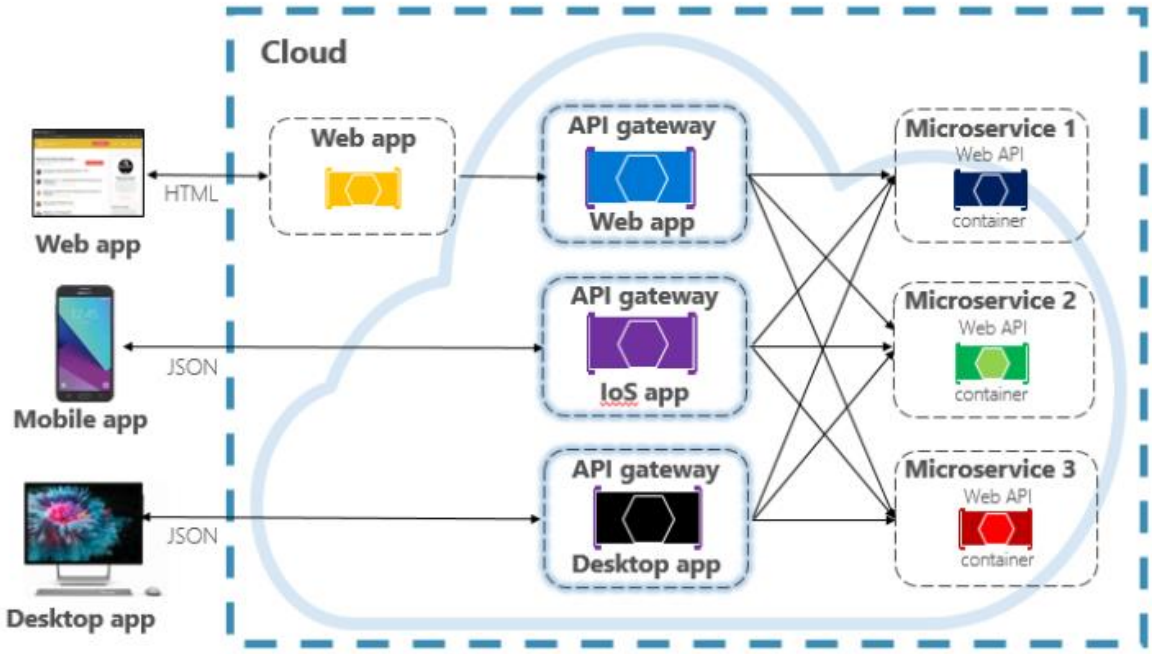
- Azure Application Gateway - насочен към .NET, работещ с архитектура, ориентирана към микро услуги, предоставящ унифицирана входна точка към системата. Услугата поддържа възможности за балансиране на натоварването[5];
- Azure API Management - шлюз, който позволява контролиран достъп до бек-енд услуги, базиран на конфигурируеми правила. Предоставя уеб портал на разработчиците, които модат да го

[4] Шаблонът “фасада” е софтуерен модел, често използван в обектно-ориентирано програмиране, който служи като интерфейс, обхващащ по-сложен структурен код.

[5] TODO

използват за инспектиране на услугите и анализиране на тяхното натоварване.

Шаблонът е показан на следната фигура:



Фигура 1.2: Комуникация от тип “backend for fronted”

API шлюзът може да се превърне в “анти-модел“ като монолитно приложение, съдържащо твърде много крайни точки, обединяващо всички микроуслуги. API шлюзовете трябва да бъдат разделен от логически групи въз основа на бизнес ограничения. Протоколи за пренос на данни могат да бъдат HTTP или gRPC.

4. Препоръки при проектиране

Примери и указания на водещи експерти от общността, предоставят основни правила за проектиране и разработка, които системата за управление следва:

- В компютърното програмиране създаването, четенето, актуализирането и изтриването са четирите основни операции на съхранение. Най-подходящия стил, в този случай, е REST;
- Ако API е насочено за кратки действия между под-услуги, най-подходят стил е gRPC;
- Ако не е възможно да се следва REST модела, препоръчителни технологии са ODATA, GraphQL. Те определят набор от практики (стандартизирани са), фокусирани върху бизнес логиката. Дават мощни механизми за заявки, поддържащи готови за използване инструменти;
- Бизнес или клиентски ограничения: ако клиентът очаква REST, не може да ползваме RPC;
- Технологични ограничения[6] като: надеждна и защитена мрежа, нулева латентностост, администриране и др;
- Уеб заявките натоварват уеб сървъра. Колкото повече заявки, толкова по-голямо натоварване;
- Избягват се зависимости между API и основните източници на данни. Например, ако данните за определена функционалност се съхраняват в релационна база данни, не е нужно уеб API да разкрие всяка таблица като колекция от ресурси;
- Най-бавните полета са индикаторът за ефективност;

[6] TODO

Заключение

Облачните информационни системи постигат по-добра организация на търговските процеси, по-висока степен на дигитализация на дейностите.

В първа глава на труда разгледахме опциите за синхронна комуникация с микросервизи. Добре поддържани технологии в ASP.NET Core са REST и gRPC. Въпреки че това работи за по-големи системи, наличието само на синхронни повиквания налага ограничения.

Във втора част на труда, представихме асинхронната комуникация като подходящ метод за комуникация между услуги. Също така и интеграционните събития, които се използват за актуализиране.

Рефератът се фокусира върху важен аспект на ориентираната към услуги архитектурата и се основава система за управление на поръчки към клиенти.

Използвана литература

1. Robert Vettor (2021) *Architecting Cloud-Native .NET Apps for Azure*. Microsoft. Redmond, Washington.
2. Steve Smith, (2021) *Architecting Modern Web Applications with ASP.NET Core and Azure*. Microsoft. Redmond, Washington.
3. TODO