

Název práce česky (max. 2 řádky)

Bc. Noe Švanda



*** Nascanované zadání, strana 1 ***

*** Nascanované zadání, strana 2 ***

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomové práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky. Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis studenta

ABSTRAKT

Text abstraktu česky

Klíčová slova: Přehled klíčových slov

ABSTRACT

Text of the abstract

Keywords: Some keywords

Zde je místo pro případné poděkování, motto, úryvky knih, básní atp.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 KOMPILACE KÓDU V PLATFORMĚ DOTNET	11
1.1 JIT KOMPILACE	11
1.1.1 Historie	11
1.1.2 CLR	12
1.1.3 Výhody a nevýhody	12
1.2 AoT KOMPILACE	13
1.3 PRINCIP	13
1.3.1 Výhody a nevýhody	13
2 MICROSERVICE ARCHITEKTURA	15
2.1 HISTORIE	15
2.2 POPIS	15
2.2.1 Virtualizace a kontejnerizace	15
2.2.2 Orchestrace	16
2.2.3 Základní principy	16
2.3 VÝHODY A NEVÝHODY	17
2.3.1 Výhody	17
2.3.2 Nevýhody	17
2.4 ZÁVĚR	18
3 MONITOROVÁNÍ APLIKACE	19
3.1 DRUHY DAT	19
3.1.1 Metriky	19
3.1.2 Traces	19
3.1.3 Logy	19
3.2 SBĚR DAT	19
3.2.1 OpenTelemetry	19
3.3 SPRÁVA DAT	19
II PRAKTICKÁ ČÁST	20
4 TVORBA TECH STACKU	21
4.1 POŽADAVKY NA APLIKACI	21
4.2 VÝBĚR TECHNOLOGIÍ	21
4.3 NÁVRH A IMPLEMENTACE SLUŽEB	21

4.4	KONFIGURACE APLIKACE	21
5	TESTOVÁNÍ SCÉNÁŘŮ	22
5.1	POPIS SCÉNÁŘŮ.....	22
5.2	ZPRACOVÁNÍ A VIZUALIZACE DAT	22
5.2.1	Monitorování v reálném čase	22
5.2.2	Sběr historických dat	22
III	ANALYTICKÁ ČÁST.....	23
6	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	24
6.1	CHARAKTERISTIKA TESTOVACÍHO PROSTŘEDÍ	24
6.2	VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ.....	24
6.3	DOPORUČENÍ PRO POUŽITÍ AoT KOMPILACE V PLATFORMĚ DOTNET	24
	ZÁVĚR.....	25
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	26
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	27
	SEZNAM OBRÁZKŮ	28
	SEZNAM TABULEK	29
	SEZNAM PŘÍLOH	30

ÚVOD

První řádek prvního odstavce v kapitole či podkapitole se neodsazuje, ostatní ano. Vertikální odsazení mezy odstavci je typické pro anglickou sazbu; czech babel toto respektuje, netřeba do textu přidávat jakékoliv explicitní formátování, viz ukázka sazby tohoto textu s následujícím odstavcem.

Formátování druhého odstavce. Text text text text text text text text text text text.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KOMPILACE KÓDU V PLATFORMĚ DOTNET

Platforma dotnet od společnosti Microsoft představuje sadu nástrojů k vývoji aplikací v jazyce C# a jeho derivátech. Tato platforma je multiplatformní a umožňuje vývoj aplikací pro operační systémy Windows, Linux a macOS. Vývojáři mohou využívat nástroje pro vývoj webových aplikací, desktopových aplikací, mobilních aplikací a dalších. Platforma dotnet je postavena na dvou hlavních principech. Prvním z nich je *Common Language Runtime* (dále jen CLR), systémové prostředí zodpovídající za běh aplikací. Druhým principem je *Common Language Infrastructure* (dále jen CLI), konzolový nástroj-rozhraní, zodpovědné za kompilaci a spouštění aplikací. [?]

Využití runtime prostředí má historický původ. V dřívějších dobách byly programátoři limitováni možnostmi programovacích jazyků a nástrojů kompilujících kód do spustitelných binárních souborů. Ve snaze omezit tyto limity vzniklo několik projektů, které měly za cíl vytvořit prostředí, ve kterém by bylo možné spouštět kód v různých programovacích jazycích. Jedním z těchto projektů byl projekt *Java Virtual Machine* (dále jen JVM), který vznikl v roce 1995. Díky tomu bylo umožněno kompilovat kód v jazyce Java do univerzálního byte code, který je spustitelný na systémech s JVM. Zároveň tento proces tvorby a spouštění aplikací umožnil programátorům využít vyšší úroveň abstrakce a konceptů aplikační architektury.

Microsoft v reakci na JVM vydal v roce 2000 první .NET Framework, který umožňoval spouštět kód v jazyce C# na operačním systému Windows. Cílem prvních verzí .NET Framework nebylo primárně umožnit vývoj pro různé zařízení a operační systémy, ale zprostředkovat lepší nástroje pro vývoj aplikací. Konečně, v roce 2014 se dostavila i multiplatformnost dotnetu. Byl vydán .NET Core, který umožňoval spouštět kód v jazyce C# na operačních systémech Windows, Linux a macOS. [?]

1.1 JIT kompilace

JIT kompilace je proces, při kterém je kód kompilován do určité univerzální podoby, jenž v době spuštění aplikace je předkládán v běhovém prostředí na strojový kód. V případě dotnetu je tímto jazykem IL (Intermediate language) a výstupem kompilace dotnet aplikace jsou soubory s příponou .dll (mohou být i jiné). Takto vytvořený dll soubor je možné referencovat z jiných .dll souborů nebo jej přímo spustit přes CLI příkazem dotnet, pokud obsahuje vstupní funkci. Po spuštění je obsah .dll souboru načten běhovým prostředím CLR a kompilován na strojový kód.[?]

1.1.1 Historie

Text

1.1.2 CLR

Common Language Runtime (CLR) je součástí virtuálního stroje frameworku .NET společnosti Microsoft, která poskytuje spravované prostředí pro spouštění aplikací .NET. Podporuje více programovacích jazyků, včetně jazyků C#, VB.NET a F#, a umožňuje jejich bezproblémovou spolupráci. CLR je zodpovědný za několik důležitých funkcí, které zvyšují produktivitu vývojářů a výkon aplikací. Spravuje paměť prostřednictvím automatického garbage collection, který pomáhá předcházet únikům paměti a optimalizuje využití prostředků. CLR také zajišťuje typovou bezpečnost a ověřuje, zda jsou všechny operace typově bezpečné, aby se minimalizovaly chyby při programování.

Klíčovou vlastností CLR je bezpečnost, která nabízí mechanismy, jako je zabezpečení přístupu ke kódu (CAS), které zabráňují neoprávněným operacím. Jeho podpora kompilace JIT (just-in-time) znamená, že kód zprostředkujícího jazyka je zkompilován do nativního kódu těsně před spuštěním, což zajišťuje optimální výkon na cílovém hardwaru. CLR usnadňuje zpracování chyb v různých jazycích a poskytuje konzistentní přístup k řešení výjimek. Navíc obsahuje nástroje pro ladění a profilování, které vývojářům pomáhají efektivně identifikovat a odstraňovat problémy s výkonem.

1.1.3 Výhody a nevýhody

Mezi hlavní výhody se řadí zprostředkování následujícího:

- **Reflexe** - CLR umožňuje využívat reflexi, která umožňuje získat informace o kódu za běhu aplikace. Tímto je umožněno vytvářet aplikace, které jsou schopny měnit své chování za běhu.
- **Dynamické načítání** - CLR umožňuje dynamicky načítat knihovny za běhu aplikace. Tímto je umožněno vytvářet aplikace, které jsou schopny měnit své chování za běhu.
- **Větší bezpečnost** - CLR zajišťuje, že aplikace nemůže přistupovat k paměti, která jí nebyla přidělena. Tímto je zajištěna bezpečnost aplikace a zabráněno chybám, které by mohly vést k pádu aplikace.
- **Správa paměti** - CLR zajišťuje správu paměti pomocí GC. Tímto je zajištěno, že paměť je uvolněna vždy, když ji aplikace již nepotřebuje. Tímto je zabráněno tzv. memory leakům, které by mohly vést k pádu aplikace.
- **Větší přenositelnost** - CLR zajišťuje, že aplikace je spustitelná na všech operačních systémech, na kterých je dostupné běhové prostředí CLR.

Zatímco za nevýhody CLR se dá považovat:

- **Výkonnost** - I když určité optimalizace jsou prováděny pro konkrétní systém a architekturu, výkon CLR je nižší než výkon nativního kódu. Dalším výkonnostním měřítkem je rychlost startu aplikace, která je pro CLR vyšší než v případě nativního kódu.
- **Operační paměť** - CLR využívá více operační paměti, jak pro aplikaci, tak i pro běhové prostředí.
- **Velikost aplikace** - Přítomnost CLR nehraje zásadní roli v případě monolitických aplikací, ale v případě mikroslužeb je nutné CLR přidat ke každé službě. Tímto se zvyšuje velikost jedné aplikační instance.

1.2 AoT kompilace

AoT kompilace je proces, při kterém je kód kompilován do podoby systémově nativního kódu před spuštěním aplikace. V případě dotnetu je tímto jazykem C# a výstupem kompilace dotnet aplikace je spustitelný soubor ve formátu podporovaném operačním systémem konfigurovaným v procesu kompilace. Takto vytvořený soubor je možné spustit přímo bez potřeby CLR nebo využití dotnet CLI.

Jedná se o funkcionality vydanou bez plné podpory v roce 2022 s dotnet framework verzí 7. Vyráznější podporu získala v roce 2023 s vydáním dotnet 8. [?]

Filozofie Microsoftu ohledně AoT kompilace je, že vývojáři by měli mít možnost využít AoT kompilace, pokud je to vhodné, aniž by museli použít jiný programovací jazyk a sadu nástrojů.

1.3 Princip

Text

1.3.1 Výhody a nevýhody

Mezi hlavní výhody se řadí zprostředkování následujícího:

- **Výkonnost** - CLR umožňuje využívat reflexi, která umožňuje získat informace o kódu za běhu aplikace. Tímto je umožněno vytvářet aplikace, které jsou schopny měnit své chování za běhu.
- **Paměťová zátěž** - CLR umožňuje dynamicky načítat knihovny za běhu aplikace. Tímto je umožněno vytvářet aplikace, které jsou schopny měnit své chování za běhu.

Zatímco za nevýhody CLR se dá považovat:

- **Absence nástrojů z CLR** - Mnoho nástrojů, které jsou dostupné v CLR, nejsou dostupné v AoT kompilaci. Mezi tyto nástroje patří například reflexe, dynamické načítání knihoven a další.
- **Transformace kódu na pozadí** - Za účelem zachování obdobné definice API využívají vybrané knihovny techniku transformace kódu na pozadí. Tím je zajištěno, že uživatel může jednoduše využít funkcionalitu, jako například routování REST endpointů stejným způsobem jako v CLR kódu. Tím je ale značně abstrahována podoba a funkce kódu, který je vytvořen.

2 MICROSERVICE ARCHITEKTURA

Při vývoji softwaru je možné využít několik architektur, které se liší v několika aspektech. Jednou z těchto architektur je monolitická architektura. V této architektuře je celá aplikace rozdělena do několika vrstev, které jsou využívány k oddělení logiky aplikace. [?]

Microservice architektura je architektura, která je založena na principu oddělení aplikace do několika samostatných služeb. Každá z těchto služeb je zodpovědná za určitou část funkcionality aplikace. Služby jsou navzájem nezávislé a komunikují mezi sebou pomocí definovaných rozhraní. [?]

2.1 Historie

Původ microservice architektury nelze přesně definovat, důležitý moment však nastal v roce 2011, kdy Martin Fowler publikoval článek *Microservices* na svém blogu. V tomto článku popsal výhody a nevýhody této architektury a zároveň popsal způsob, jakým je možné tuto architekturu využít. [?] Dalším popularizačním momentem pro popularizaci bylo vydání knihy *Building Microservices* od Sama Newmana v roce 2015. Tato kniha popisuje způsob, jakým je možné využít microservice architekturu v praxi. [?]

Opravdový přelom přišel postupně, nástupem a popularizací virtualizace a kontejnerizace v průběhu let 2013 až 2015. Tímto bylo umožněno vytvářet a spouštět mikroslužby v izolovaných prostředích. Tímto bylo umožněno vytvářet mikroslužby, které jsou nezávislé na operačním systému a hardwaru, na kterém jsou spouštěny. Nejdůležitější v tomto ohledu je nepochybně projekt Docker, který byl vydán v roce 2013. Díky Dockeru bylo možno jednoduše definovat, vytvářet a spouštět kontejnerizované aplikace. [?]

2.2 Popis

Architektura mikroslužeb rozděluje složité softwarové aplikace na menší, spravovatelné části, které lze vyvíjet, nasazovat a škálovat nezávisle.

2.2.1 Virtualizace a kontejnerizace

Virtualizace a kontejnerizace jsou klíčové technologie, které umožňují architekturu mikroslužeb. Virtualizace umožňuje provozovat více operačních systémů na jednom fyzickém hardwarovém hostiteli, čímž se snižuje počet potřebných fyzických strojů a zvyšuje efektivita využití zdrojů. Kontejnerizace jde ještě o krok dále tím, že zabalí aplikaci a její závislosti do kontejneru, který může běžet na libovolném serveru Linux

nebo Windows. Tím je zajištěno, že aplikace funguje jednotně i přes rozdíly v prostředí nasazení.

Kontejnerizace je obzvláště důležitá pro mikroslužby, protože zapouzdřuje každou mikroslužbu do vlastního kontejneru, což usnadňuje její nasazení, škálování a správu nezávisle na ostatních. Synonymem kontejnerizace se staly nástroje jako Docker, které nabízejí ekosystém pro vývoj, odesílání a provoz kontejnerových aplikací.

2.2.2 Orchestrace

S rozšiřováním mikroslužeb a kontejnerů se jejich správa stává složitou. Nástroje pro orchestraci pomáhají automatizovat nasazení, škálování a správu kontejnerů. Mezi oblíbené orchestrační nástroje patří Kubernetes, Docker Swarm a Mesos. Zejména Kubernetes se stal de facto standardem, který poskytuje robustní rámec pro nasazení, škálování a provoz kontejnerových aplikací v clusteru strojů. Řeší vyhledávání služeb, vyvažování zátěže, sledování přidělování prostředků a škálování na základě výkonu pracovní zátěže.

2.2.3 Základní principy

Komunikace Mikroslužby spolu komunikují prostřednictvím rozhraní API, obvykle prostřednictvím protokolů HTTP/HTTPS, i když pro aplikace citlivější na výkon lze použít i jiné protokoly, například gRPC. Komunikační vzory zahrnují synchronní požadavky (např. RESTful API) a asynchronní zasílání zpráv (např. pomocí brokerů zpráv jako RabbitMQ nebo Kafka). Tím je zajištěno volné propojení mezi službami, což umožňuje jejich nezávislý vývoj a nasazení.

Škálování Architektura mikroslužeb zvyšuje škálovatelnost. Služby lze škálovat nezávisle, což umožňuje efektivnější využití zdrojů a zlepšuje schopnost systému zvládat velké objemy požadavků. Běžně se používá horizontální škálování (přidávání dalších instancí služby), které usnadňuje nástroje pro kontejnerizaci a orchestraci.

Odolnost Robustnosti mikroslužeb je dosaženo pomocí strategií, jako jsou přerušovače, záložní řešení a opakované pokusy, které pomáhají zabránit tomu, aby se selhání jedné služby kaskádově přeneslo na ostatní. Izolace služeb také znamená, že problémy lze omezit a vyřešit s minimálním dopadem na celý systém. Kromě toho jsou kontroly stavu a monitorování nezbytné pro včasné odhalení a řešení problémů.

Vývoj Mikroslužby umožňují agilní vývojové postupy. Týmy mohou vyvíjet, testovat a nasazovat služby nezávisle, což umožňuje rychlejší iteraci a zpětnou vazbu. Nedílnou

součástí jsou pipelines pro kontinuální integraci a doručování (CI/CD), které umožňují automatizované testování a nasazení. Tento přístup podporuje kulturu DevOps a podporuje užší spolupráci mezi vývojovými a provozními týmy.

2.3 Výhody a nevýhody

2.3.1 Výhody

Zvýšená agilita Mikroslužby umožňují rychlé, časté a spolehlivé poskytování rozsáhlých a komplexních aplikací. Týmy mohou aktualizovat určité oblasti aplikace, aniž by to mělo dopad na celý systém, což umožňuje rychlejší iterace.

Škálovatelnost Služby lze škálovat nezávisle, což umožňuje přesnější přidělování zdrojů na základě poptávky. To usnadňuje zvládání proměnlivého zatížení a může zlepšit celkovou efektivitu aplikace.

Odolnost Decentralizovaná povaha mikroslužeb pomáhá izolovat selhání na jedinou službu nebo malou skupinu služeb, čímž zabraňuje selhání celé aplikace. Techniky, jako jsou jističe, zvyšují odolnost systému.

Technologická rozmanitost Týmy si mohou vybrat nejlepší nástroj pro danou práci a podle potřeby používat různé programovací jazyky, databáze nebo jiné nástroje pro různé služby, což vede k potenciálně optimalizovanějším řešením.

Flexibilita nasazení Mikroslužby lze nasazovat nezávisle, což je ideální pro kontinuální nasazení a integrační pracovní postupy. To také umožňuje průběžné aktualizace, modrozelené nasazení a kanárkové verze, což snižuje prostoje a rizika.

Modularita Tato architektura zvyšuje modularitu, což usnadňuje pochopení, vývoj, testování a údržbu aplikací. Týmy se mohou zaměřit na konkrétní obchodní funkce, což zvyšuje produktivitu a kvalitu.

2.3.2 Nevýhody

Komplexnost Správa více služeb na rozdíl od monolitické aplikace přináší složitost při nasazování, monitorování a řízení komunikace mezi službami.

Správa dat Konzistence dat mezi službami může být náročná, zejména pokud si každá mikroslužba spravuje vlastní databázi. Implementace transakcí napříč hranicemi vyžaduje pečlivou koordinaci a vzory jako Saga.

Zpoždění sítě Komunikace mezi službami po síti přináší zpoždění, které může ovlivnit výkonnost aplikace. Ke zmírnění tohoto jevu jsou nutné efektivní komunikační protokoly a vzory.

Provozní režie S počtem služeb roste potřeba orchestrace, monitorování, protokolování a dalších provozních záležitostí. To vyžaduje další nástroje a odborné znalosti.

Složitost vývoje a testování Mikroslužby sice zvyšují flexibilitu vývoje, ale také komplikují testování, zejména pokud jde o testování end-to-end, které zahrnuje více služeb.

Integrace služeb Zajištění bezproblémové spolupráce služeb vyžaduje robustní správu API, řízení verzí a strategie zpětné kompatibility.

2.4 Závěr

Architektura mikroslužeb je metoda vývoje softwarových systémů, které jsou rozděleny do malých, nezávislých služeb komunikujících prostřednictvím přesně definovaných rozhraní API. Tyto služby jsou vysoce udržitelné a testovatelné, volně provázané, nezávisle nasaditelné a organizované podle obchodních schopností. Tento přístup k architektuře umožňuje organizacím dosáhnout větší agility a škálování jejich aplikací.

3 MONITOROVÁNÍ APLIKACE

Na této stránce je k vidění způsob tvorby různých úrovní nadpisů.

3.1 Druhy dat

Text

3.1.1 Metriky

Text

3.1.2 Traces

Text

3.1.3 Logy

Text

3.2 Sběr dat

Text

3.2.1 OpenTelemetry

Text

3.3 Správa dat

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 TVORBA TECH STACKU

Na této stránce je k vidění způsob tvorby různých úrovní nadpisů.

4.1 Požadavky na aplikaci

4.2 Výběr technologií

4.3 Návrh a implementace služeb

4.4 Konfigurace aplikace

5 TESTOVÁNÍ SCÉNÁŘŮ

Na této stránce je k vidění způsob tvorby různých úrovní nadpisů.

5.1 Popis scénářů

5.2 Zpracování a vizualizace dat

5.2.1 Monitorování v reálném čase

5.2.2 Sběr historických dat

III. ANALYTICKÁ ČÁST

6 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

6.1 Charakteristika testovacího prostředí

6.2 Výsledky testování

6.3 Doporučení pro použití AoT kompilace v platformě dotnet

ZÁVĚR

Text závěru.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CPU	Central Processing Unit
PTFE	Polytetrafluoroethylene
VNA	Vector Network Analyser

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM TABULEK

SEZNAM PŘÍLOH

P I.	Název přílohy
------	---------------

PŘÍLOHA P I. NÁZEV PŘÍLOHY

Obsah přílohy