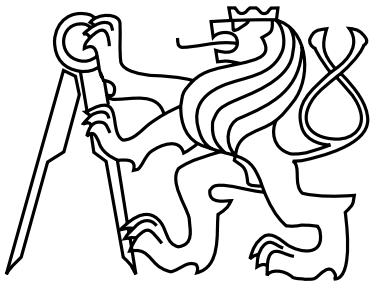
Na tomto místě bude oficiální zadání vaší práce

- Toto zadání je podepsané děkanem a vedoucím katedry,
- musíte si ho vyzvednout na studijním oddělení Katedry počítačů na Karlově náměstí,
- v jedné odevzdané práci bude originál tohoto zadání (originál zůstává po obhajobě na katedře),
- ve druhé bude na stejném místě neověřená kopie tohoto dokumentu (tato se vám vrátí po obhajobě).

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů



Diplomová práce

Centrální správa a automatická integrace byznys pravidel v architektuře orientované na služby

Bc. Filip Klimeš

Vedoucí práce: Ing. Karel Čemus

Studijní program: Otevřená informatika, Magisterský

Obor: Softwarové inženýrství

9. dubna 2018

Poděkování

Zde můžete napsat své poděkování, pokud chcete a máte komu děkovat.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 20. 5. 2018 .....

Abstract

Translation of Czech abstract into English.

Abstrakt

Abstrakt práce by měl velmi stručně vystihovat její obsah. Tedy čím se práce zabývá a co je jejím výsledkem/přínosem.
Očekávají se cca 1 – 2 odstavce, maximálně půl stránky.

Obsah

Seznam obrázků

Seznam tabulek

Kapitola 1

Úvod

Kapitola 2

Analýza

2.1 Byznys pravidla

2.2 Architektura orientovaná na služby

2.3 Problémy

2.4 Identifikace požadavků na implementaci frameworku

2.5 Shrnutí

[T1]fontenc [utf8]inputenc

Kapitola 3

Rešerše

3.1 Architektura orientovaná na služby

3.2 Modelem řízená architektura

3.3 Aspektově orientované programování

Programování je komplexní disciplína s teoreticky neomezeným počtem možností, jakým programátor může řešit zadaný problém. Ačkoliv každá úloha má své specifické požadavky, za relativně krátkou historii programování se stihlo ustálit několik ideologií, tzv. programovacích paradigmat, které programátorovi poskytují sadu abstrakcí a základních principů [7]. Díky znalosti paradigmatu může programátor nejen zlepšit svou produktivitu, ale zároveň může snáze pochopit myšlenky jiného programátora a tím zlepšit kvalitu týmové spolupráce.

Jedním z nejpopulárnějších paradigmat používaných k vývoji moderních enterprise systémů je nepochybně objektově orientované programování (OOP). To vnímá daný problém jako množinu objektu, které spolu intereagují. Program člení na malé funkční celky odpovídající struktuře reálného světa [6]. Je vhodné zmínit, že objekty se rozumí jak konkrétní koncepty, například auto nebo člověk, tak i abstraktní koncepty, namátkou bankovní transakce nebo objednávka v obchodě. Objekty se pak promítají do kódu programu i do reprezentace struktur v paměti počítače. Tento přístup je velmi snadný pro pochopení, vede k lepšímu návrhu a organizaci programu a snižuje tak náklady na jeho vývoj a údržbu.

Ačkoliv je OOP velmi silným a všestraným nástrojem, existují problémy, které nelze jeho pomocí efektivně řešit. Jedním takovým problémem jsou obecné požadavky na systém, které musejí být konzistentně dodržovány na více místech, které spolu zdánlivě nesouvisí. Příkladem může být logování systémových akcí, optimalizace správy paměti nebo uniformní zpracování výjimek [4]. Takové požadavky nazýváme *cross-cutting concerns*. V rámci OOP

je programátor nucen v ojektech manuálně opakovat kód, který zodpovídá za jejich realizaci. Duplikace kódu vede k větší náchylnosti na lidskou chybu a k vyšším nárokům na vývoj a údržbu daného softwarového systému [2].

Aspektově orientované programování (AOP) přináší řešení na výše zmiňované problémy. Extrahuje obecné požadavky, tzv. *aspekty* do jednoho místa a pomocí procesu zvaného *weaving* je poté automaticky distribuuje do systému. Weaving může proběhnout staticky při kompilaci programu nebo dynamicky při jeho běhu. V obou případech ale programátorovi ulehčuje práci, protože k definici i změně aspektu dochází centrálně a tím je eliminována potřeba manuální duplikace kódu. Je nutno poznamenat, že AOP není paradigmatem poskytujícím kompletní framework pro návrh programu. V ideálním případě je tedy k návrhu systému využita kombinace AOP s jiným paradigmatem. Pro účely této práce se zaměříme na kombinaci AOP a OOP.

Aspekt

Join-point

Pointcut

Advice

Weaving

3.4 Aspect-driven Design Approach

Aspect-driven Design Approach (ADDA)

Vzhledem k požadavkům na implementaci našeho frameworku stanoveným v předchozí kapitole 2 se AOP a na něm stavějící ADDA jeví jako vhodný přístup, který nám pomůže dosáhnout cíle.

3.5 Stávající řešení reprezentace byznys pravidel

3.5.1 Drools DSL

[T1]fontenc [utf8]inputenc

Kapitola 4

Návrh

4.1 Formalizace architektury orientované na služby

4.1.1 Join-points

4.1.2 Advices

4.1.3 Pointcuts

4.1.4 Weaving

4.2 Architektura frameworku

4.3 Metamodel

4.4 Expression

4.5 Registr byznys kontextů

4.6 Byznys kontext weaver

4.7 Centrální správa byznys kontextů

[T1]fontenc [utf8]inputenc

Kapitola 5

Implementace prototypů knihoven

Součástí zadání této práce je implementace prototypů knihoven pro framework navržený v kapitole 4 pro tři rozdílné platformy, z nichž jedna musí být *Java*. V této kapitole si popíšeme jaké plaformy jsme vybraly a jakým způsobem byly prototypy knihoven implementovány. Součástí kapitoly je i stručná rešerše technologií, které byly použity pro dosažení vytyčených cílů.

Pro splnění cílů bylo potřeba vyřešit také několik technických otázek. Těmi je přenos byznys kontextů mezi jednotlivými službami, podpora aspektově orientovaného programování v daném programovacím jazyce a využití principu *runtime weavingu* a integrace knihoven do služeb, které je budou využívat.

5.1 Výběr použitých platforem

Mimo jazyk Java, který byl určen zadáním, byla pro implementaci vybrána platforma jazyka *Python* a platforma *Node.js*, který slouží jako běhové prostředí pro jazyk *JavaScript*. Výběr byl proveden na základě aktuálních trendů ve světě softwarového inženýrství. Projekt GitHut[1] z roku 2014, který shrnuje statistiky repozitářů populární služby pro hosting a sdílení kódu GitHub[2], určil jazyky JavaScript, Java a Python jako tři nejaktivnější. Služba GitHub následně sama zveřejnila statistiky za rok 2017 v rámci projektu Octoverse[3] a dospěla ke stejnému závěru, ačkoliv Python se umístil na druhé pozici na úkor jazyka Java. Podle průzkumu oblíbeného programátorského webového portálu Stack Overflow[4] se umístily tyto jazyky v první čtveřici nejpopulárnějších jazyků pro obecné použití.

[1] http://githut.info/
[2] https://github.com/
[3] https://octoverse.github.com/
[4] https://insights.stackoverflow.com/survey/2017#technology

5.2 Sdílení byznys kontextů mezi službami

Pro sdílení byznys kontextů mezi jednotlivými službami je potřeba je přenášet po síti ve formátu, který bude nezávislý na platformách jednotlivých služeb.

5.2.1 Síťová komunikace

Abychom mohli přenášet byznysové kontexty a jejich pravidla po síti, musíme zvolit protokol a jednotný formát, ve kterém spolu budou jednotlivé služby komunikovat. Tento formát tedy musí být nezávislý na platformě a ideálně by měl být co nejefektivnější v rychlosti přenosu.

5.2.2 Použité technologie

5.2.2.1 Protocol Buffers

Pro přenos byznysových kontextů byl zvolen open-source formát *Protocol Buffers*[5] vyvinutý společností Google[6]. Umožňuje explicitně definovat a vynucovat schéma dat, která jsou přenášena po síti, bez vazby na konkrétní programovací jazyk. Zároveň je díky binární reprezentaci v přenosu velmi efektivní, oproti formátům jako je JSON nebo XML [8]. Zdrojový kód 5.1 znázorňuje zápis schématu zasílaných zpráv ve formátu Protobuffer.

Listing 5.1: Příklad definice schématu zpráv v jazyce Protobuffer

```
message Person {
    required string name = 1;
    required int32 id = 2;
    optional string email = 3;

    enum PhoneType {
        MOBILE = 0;
        HOME = 1;
        WORK = 2;
    }

    message PhoneNumber {
        required string number = 1;
        optional PhoneType type = 2 [default = HOME];
```

[5] https://developers.google.com/protocol-buffers/
[6] https://www.google.com/

```
    }

    repeated PhoneNumber phone = 4;
}
```

5.2.2.2 gRPC

Pro komunikaci byznys kontextů nám nestačí pouze přenosový formát, je potřeba také popsat schéma samotné komunikace. K tomu byl zvolen open-source framework gRPC[7], který staví na technologii Protocol Buffers a poskytuje vývojáři možnost definovat komunikaci pomocí protokolu *RPC*.

Listing 5.2: gRPC

```
// The greeting service definition.
service Greeter {
    // Sends a greeting
    rpc SayHello (HelloRequest) returns (HelloReply) {}
}

// The request message containing the user's name.
message HelloRequest {
    string name = 1;
}

// The response message containing the greetings
message HelloReply {
    string message = 1;
}
```

5.3 Knihovna pro platformu Java

5.3.1 Použité technologie

5.3.1.1 Apache Maven

Pro správu závislostí a automatickou kompilaci a sestavování knihovny napsané v jazyce java byl zvolen projekt *Maven*. Tento nástroj umožňuje vývojáři komfortně a centrálně

[7] https://grpc.io/

spravovat závislosti jeho projektu včetně detailního popisu jejich verze. Dále také umožňuje definovat jakým způsobem bude projekt kompilován.

5.3.1.2 AspectJ

Knihovna AspectJ přináší pro jazyk Java sadu nástrojů, díky kterým lze snadno implementovat koncepty aspektově orientovaného programování.

5.4 Knihovna pro platformu Python

5.4.1 Použité technologie

5.4.2

5.5 Knihovna pro platformu Node.js

5.5.1 Použité technologie

5.5.2 NPM a Yarn

Podobně jako byl použit nástroj Maven pro knihovnu v jazyce Java byl využit balíčkovací nástroj *NPM*, který je předinstalován v běhovém prostředí *Node.js*. Dále byl využit nástroj *Yarn*[8]

5.6 Doménově specifický jazyk pro popis byznys kontextů

[9] Ačkoliv není specifikace a vytvoření doménově specifického jazyka (DSL) hlavním úkolem této práce, pro ověření konceptu bylo nutné nadefinovat alespoň jeho zjednodušenou verzi a implementovat část knihovny, která bude umět jazyk zpracovat a sestavit z něj byznysový kontext v paměti programu.

[10] Pro popis kontextů byl jako kompromis mezi jednoduchostí implementace a přívětivostí pro koncového uživatele zvolen univerzální formát Extensible Markup Language (XML) [1]. Tento jazyk umožňuje serializaci libovolných dat, přímočarý a formální zápis jejich struktury a také jejich snadné aplikační zpracování. Zároveň poskytuje relativně dobrou čitelnost pro člověka, ačkoliv speciálně vytvořené DSL by bylo jistě čitelnější.

[8] http://yarnpkg.com
[9] [Intended Delivery: Popsat proč a jak jsme tvořili DSL]
[10] [Intended Delivery: Důvody pro výběr XML]

[11] Dokumenty XML se skládají z tzv. *entit*, které obsahují buď parsovaná nebo neparsovaná data. Parsovaná data se skládají z jednoduchých znaků reprezentujících jednoduchý text a nebo speciálních značek, neboli *markup*, které slouží k popisu struktury dat. Naopak neparsovaná data mohou obsahovat libovolné znaky, které nenesou žádnou informaci o struktuře dat.

[12] Vzhledem k tomu, že XML je volně rozšiřitelný jazyk a neklade meze v možnostech struktury dat, bylo potřeba jasně definovat a dokumentovat očekávanou strukturu dokumentu popisujícího byznys kontext. Pro jazyk XML existuje vícero možností jak schéma definovat [5], od jednoduchého formátu *DTD* až po komplexní formáty jako je *Schematron*, či *XML Schema Definition* (XSD), který byl nakonec zvolen. Díky formálně definovanému schématu můžeme popis byznys kontextu automaticky validovat a vyvarovat se tak případných chyb.

[13] Ve zdrojovém kódu 5.3 můžeme vidět příklad zápisu jednoduchého byznys kontextu s jednou precondition. Samotný zápis byznys kontextu je obsažen v kořenovém elementu `<businessContext>` a jeho název je popsán atributy `prefix` a `name`. Rozšířené kontexty jsou vyčteny v entitě `<includedContexts>`. Preconditions jsou definovány uvnitř entity `<preconditions>` a podobně jsou definovány `<postconditions>`. Obsažená data odpovídají navrženému metamodelu byznysového kontextu z kapitoly 4. Pro zápis podmínek jednotlivých preconditions a post-conditions byl zvolen opis Expression AST. Toto rozhodnutí vychází z předpokladu, že lze vzhledem k povaze prototypu relaxovat podmínku na čitelnost zápisu pravidel ve prospěch jednoduššího zpracování.

[14] Podařilo se nám navrhnout přijatelný formát zápisu byznys kontextu a implementovat části knihoven, které umějí formát číst a zároveň vytvářet. Tím jsme dosáhli možnosti zapisovat kontexty bez ohledu na platformu služby, která je bude využívat. Zároveň tomuto formátu mohou snáze porozumět doménoví experti a mohou se tak zapojit do vývojového procesu.

[11] [Intended Delivery: Popis jak XML funguje]
[12] [Intended Delivery: Popis jaký formát jsme zvolili pro formální zápis schématu XML dokumentu]
[13] [Intended Delivery: Popis formátu]
[14] [Intended Delivery: Shrnutí DSL]

Listing 5.3: Příklad zápisu byznys kontextu v jazyce XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<businessContext prefix="user" name="createEmployee">
  <includedContexts/>
  <preconditions>
    <precondition name="Cannot use hidden product">
      <condition>
        <logicalEquals>
          <left>
            <variableReference
                objectName="product"
                propertyName="hidden"
                type="bool"/>
          </left>
          <right>
            <constant type="bool" value="false"/>
          </right>
        </logicalEquals>
      </condition>
    </precondition>
  </preconditions>
  <postConditions/>
</businessContext>
```

5.7 Systém pro centrální správu byznys pravidel

5.7.1 Použité technologie

5.7.1.1 Spring Boot

5.7.2 Detekce cyklů

Při úpravě nebo vytváření nového byznysového kontextu je potřeba detekovat případné chyby, abychom změnou neuvedli systém do nekonzistentního stavu. Kromě syntaktických chyb, které jsou detekovány automaticky pomocí definovaných pravidel a schemat ...

5.8 Shrnutí

[15] Veškerý kód je hostován v centrálním repozitáři ve službě GitHub[16] a je zpřístupněn pod open-source licencí MIT[17]. Knihovny pro jednotlivé platformy tedy lze libovolně využívat, modifikovat a šířit. [T1]fontenc [utf8]inputenc

[15] [Intended Delivery: Hostování na GitHubu + licence]
[16] https://github.com/klimesf/diploma-thesis
[17] http://www.linfo.org/mitlicense.html

Kapitola 6

Verifikace a validace

V této kapitole

6.1 Testování prototypů knihoven

Prototypy knihoven, jejichž implementaci jsme popsali v kapitole 5, byly také důkladně otestovány pomocí sady jednotkových a integračních testů.

V rámci konceptu *continous integration* [3] byl kód po celou dobu vývoje zasílán do centrálního repozitáře a s pomocí nástroje Travis CI[1] bylo automaticky spouštěno jeho sestavení a otestování. Systém zároveň okamžitě informoval vývojáře o jejich výsledcích. To umožnilo v krátkém časovém horizontu identifikovat konkrétní změny v kódu, které do programu vnesly chybu. Tím byla snížena pravděpodobnost regrese a dlouhodobě se zvýšila celková kvalita kódu.

6.1.1 Platforma Java

Prototyp knihovny pro platformu byl testován pomocí nástroje JUnit[2], který poskytuje všechny potřebné funkce.

[1] https://travis-ci.org/
[2] https://junit.org/junit4/

6.1.2 Platforma Python

6.1.3 Platforma Node.js

6.2 Případová studie: e-commerce systém

6.2.1 Model systému

6.2.2 Use-cases

6.2.3 Byznys kontexty

6.2.4 Service discovery

6.2.5 Order service

6.2.6 Product service

6.2.7 User service

6.2.8 Nasazení systému pro centrální správu byznys kontextů

6.3 Shrnutí

Kapitola 7

Závěr

7.1 Analýza dopadu použití frameworku

7.2 Budoucí rozšiřitelnost frameworku

7.3 Možností uplatnění navrženého frameworku

7.4 Další možnosti uplatnění AOP v SOA

7.5 Shrnutí

Literatura

[1] BRAY, T. et al. Extensible markup language (XML). *World Wide Web Journal*. 1997, 2, 4, s. 27–66.

[2] FOWLER, M. – BECK, K. *Refactoring: improving the design of existing code*. Boston, Massachusetts, USA : Addison-Wesley Professional, 1999.

[3] FOWLER, M. – FOEMMEL, M. Continuous integration. *Thought-Works http://www.thoughtworks.com/ContinuousIntegration.pdf*. 2006, 122, s. 14.

[4] KICZALES, G. et al. Aspect-oriented programming. In *European conference on object-oriented programming*, s. 220–242. Springer, 1997.

[5] LEE, D. – CHU, W. W. Comparative analysis of six XML schema languages. *Sigmod Record*. 2000, 29, 3, s. 76–87.

[6] RENTSCH, T. Object oriented programming. *ACM Sigplan Notices*. 1982, 17, 9, s. 51–57.

[7] VAN ROY, P. et al. Programming paradigms for dummies: What every programmer should know. *New computational paradigms for computer music*. 2009, 104.

[8] VARDA, K. Protocol buffers: Google's data interchange format. *Google Open Source Blog, Available at least as early as Jul*. 2008, 72.

Příloha A

TODO Screenshots

[T1]fontenc [utf8]inputenc

Příloha B

Seznam použitých zkratek

AST Abstract syntax tree

DSL Domain-Specific Language

OOP Objektově orientované programování

XML Extensible Markup Language

XSD XML Schema Definition

Příloha C

Obsah přiloženého CD

```
|-- nutfroms-example/       Ukázkový systém využívající knihovnu
|  |-- dist/                Zkompilované zdrojové soubory pro distribuci
|  |-- docs/                Dokumentace
|  |-- src/                 Zdrojový kód aplikace
|
|-- nutforms-ios-client/    Klientská část knihovny pro platformu iOS
|  |-- client/              Zdrojové soubory knihovny
|  |-- clientTests/         Zdrojové soubory testů knihovny
|  |-- dist/                Zkompilované zdrojové soubory pro distribuci
|  |-- docs/                Dokumentace
|
|-- nutfroms-server/        Serverová část knihovny
|  |-- dist/                Zkompilované zdrojové soubory pro distribuci
|  |-- docs/                Dokumentace
|  |-- layout/              Layout servlet
|  |-- localization/        Localization servlet
|  |-- meta/                Metadata servlet
|  |-- widget/              Widget servlet
|
|-- nutforms-web-client/    Klientská část knihovny pro webové aplikace
|  |-- dist/                Zkompilované zdrojové soubory pro distribuci
|  |-- docs/                Dokumentace
|  |-- src/                 Zdrojové soubory knihovny
|  |-- test/                Zdrojové soubory testů knihovny
|
|-- text/                   Text bakalářské práce
```