

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií

FIIT-5212-72264

Martin Nemček

Spracovanie učebných textov

Bakalárska práca

Vedúci práce: Ing. Miroslav Blšták

Máj 2016

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií

FIIT-5212-72264

Martin Nemček

Spracovanie učebných textov

Bakalárska práca

Študijný program: Informatika

Študijný odbor: 9.2.1 Informatika

Miesto vypracovania: Ústav informatiky, informačných systémov a softvérového
inžinierstva, FIIT STU, Bratislava

Vedúci práce: Ing. Miroslav Blšták

Máj 2016

Anotácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave

FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Študijný program: Informatika

Autor: Martin Nemček

Bakalárska práca: Spracovanie učebných textov

Vedúci práce: Ing. Miroslav Blšták

Máj 2016

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum....

Annotation

Slovak University of Technology Bratislava

FACULTY OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Degree Course: Informatika

Author: Martin Nemček

Bachelor thesis: Spracovanie učebných textov

Supervisor: Ing. Miroslav Blšták

Máj 2016

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum....

ACKNOWLEDGMENTS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisicing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat.....

DECLARATION

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua....

.....

Martin Nemček

Obsah

1	Úvod	1
2	Spracovanie prirodzeného jazyka	3
2.1	Spracovanie prirodzeného jazyka	3
2.2	Využitie spracovania prirodzeného jazyka	3
2.2.1	Extrakcia informácií	4
2.3	Úlohy spracovania prirodzeného jazyka	4
2.3.1	Značkovanie slovných druhov	5
2.3.2	Rozpoznávanie názvoslovných entít	5
2.3.3	Identifikácia koreferencií	6
2.3.4	Identifikácia gramatických závislostí	6
2.4	Nástroje na spracovanie prirodzeného jazyka	8
2.4.1	WordNet	8
2.4.2	StanfordNLP	10
2.4.3	CambridgeAPI	10
2.4.4	Google Ngram	11
2.4.5	AlchemyAPI	12
2.5	Zhrnutie	13
3	Analýza nástrojov na správu paralelných textov	14
3.1	InterText	14
3.2	NOVA Text Aligner	15
3.3	LF Aligner	16
3.4	Google Translate	17
3.5	Uchovávanie textov v databázach	18
3.5.1	Relačné databázy	18
3.5.2	Textové databázy	19
3.5.3	Ostatné databázové systémy	21
3.6	Zhrnutie	23
4	Návrh	25
4.1	Návrh uchovávania textov v databázach	25

4.1.1	Kolekcia articles	26
4.1.2	Kolekcia notes	26
4.1.3	Kolekcia sentences	27
4.1.4	Kolekcia structures	27
4.1.5	Kolekcia rules	29
4.1.6	Kolekcia and rules	29
4.1.7	Zhrnutie	30
4.2	Tvorba poznámok	30
4.2.1	Pravidlo na spracovanie	31
4.2.2	Určenie relevantných informácií	32
4.3	Použitie závislostí pri tvorbe poznámok	32
5	Implementácia	33
5.1	Manažment dát	33
5.1.1	Vyhľadanie pravidla	33
5.1.2	Aplikovanie pravidla	38
5.1.3	Vytvorenie pravidla	40
6	Výsledky	42
6.1	Podčasť	42
7	Záver	43
	Literatúra	44
A	Zoznam vzťahov závislostí	45
B	Legenda diagramov kolekcí	46

Zoznam obrázkov

1	Strom vzťahov	7
2	Vzťahy vo vete	7
3	Webové rozhranie	9
4	Nadradenosť slov	9
5	StanfordNLP online demo	10
6	Google Ngram Viewer	12
7	AlchemyAPI online demo	13
8	Aplikácia InterText	15
9	Aplikácia NOVA Text Aligner	16
10	Aplikácia LF Aligner	17
11	Google Translate	18
12	Databázový model	25
13	Model kolekcie articles	26
14	Model kolekcie notes	26
15	Model kolekcie sentences	27
16	Model kolekcie structures	28
17	Model kolekcie rules	29
18	Model kolekcie and rules	30
19	Príklad určenia zhody viet	36
20	Zásivlosť jednoduchej vety	40
21	Príklad štruktúry pravidla	40
22	Zoznam závislostí	45
23	Legenda diagramov kolekcií	46

Zoznam tabuliek

1	Prvky poskytované MongoDB	20
2	Porovnanie používaných pojmov [6]	21

Zoznam ukážok

1 Úvod

Internet je v dnešných dňoch zaplnený obrovským množstvom dát a informácií. Mnohé z týchto dát sa na internete vyskytujú mnohonásobne, či už v identickej podobe alebo sú podobné. Avšak, čím ďalej tým viac z týchto informácií vyskytujúcich sa na internete, sú informácie irelevantné.

Stáva sa to až príliš často a každý už zažil situáciu, kedy hľadal informácie na konkrétnu tému a musel sa „prehrabať“ kopou nepodstatných dát a informácií, ktoré mu boli ponúkané. Stáva sa to medzi všetkými kategóriami používateľov na internete.

Jednou z majoritných kategórií používateľov, ktorí sa s takouto situáciou stretávajú denne sú študenti. Študenti všetkých škôl, od základných až po univerzity, získavajú informácie na učenie, projekty alebo zadania primárne z internetu alebo učebných textov kníh. Keď musia prechádzať obrovské množstvá dát z rôznych zdrojov, je to náročné, často až frustrujúce a berie im to veľa času.

Učebné texty sú prevažne v neštruktúrovanej forme a v prirodzenom jazyku. Pre stroje je mnohokrát náročné správne interpretovať tieto informácie. Jedným z hlavných dôvodov je, že každý jazyk je odlišný a obsahuje špecifické charakteristiky, ktoré môžu byť napríklad slovosled vety, gramatické kategórie slov, ale aj vetné členy a vzťahy medzi nimi.

Tieto, ale aj mnohé iné charakteristiky jazyka sa dajú využiť pri jeho spracovaní a reprezentácii do podoby, s ktorou vedia aj stroje jednoducho pracovať. Takýto proces sa nazýva *spracovanie prirodzeného jazyka* (angl. Natural Language Processing - NLP). Spracovanie prirodzeného jazyka má viacero aplikácií, z ktorých sú to napríklad preklad jazyka, vytiahnutie najpodstatnejších entít z textu, prípadne aj štatistika ich výskytu a mnohé ďalšie.

My posunieme spracovanie prirodzeného jazyka ešte o kúsok ďalej a budeme sa zaoberať ako pomôcť študentom so spracovaním veľkého množstva informácií, hlavne z učebných textov. Študentom najviac pomôže, ak dokážu rýchlo z textu vytiahnuť tie najpodstatnejšie, najdôležitejšie informácie a údaje, ktoré sa im ďalej budú omnoho ľahšie spracovávať a učiť. Proces určovania a extrakcie najpodstatnejších informácií z učebného textu môžeme nazvať spoznámkovanie.

Zameriame sa hlavne na využitie vetných členov a vzťahov medzi nimi, na určenie najpodstatnejšej a najrelevantnejšej informácie z vety. Takto extrahované informácie následne ponúkneme používateľovi (študentovi).

2 Spracovanie prirodzeného jazyka

V tejto kapitole priblížime a rozoberieme spracovanie prirodzeného jazyka, jeho využitie v aplikáciach a systémoch a jeho hlavné úlohy. Ďalej analyzujeme nástroje, ktoré sa dajú využiť pri spracovávaní prirodzeného jazyka.

2.1 Spracovanie prirodzeného jazyka

Spracovanie prirodzeného jazyka (angl. Natural Language Processing - NLP) odkazuje na počítačové systémy, ktoré spracovávajú, snažia sa pochopiť alebo generujú jeden alebo viacero ľudských jazykov. Vstupom môže byť text alebo hovorená reč s cieľom prekladu do iného jazyka, pochopenie a reprezentácia obsahu textu, udržanie dialógu s používateľom a iné [1]. Počítače doposiaľ nedokážu plne porozumieť ľudskému jazyku, či už sa jedná o písaný alebo hovorený, a preto hlavným cieľom NLP je vybudovať výpočtové modely prirodzeného jazyka pre jeho analýzu a generovanie [2].

Porozumenie ľudskej reči je mnohokrát náročné aj pre samotných ľudí a nie to ešte pre počítače. Na svete je veľké množstvo jazykov, ktoré sa od seba líšia charakteristikami typickými pre konkrétny jazyk. Navyše, každý človek je odlišný a typický, čo spôsobuje, že výslovnosť rovnakého slova viacerými ľuďmi môže byť odlišná. Ďalej máme slangové slová a slová typické len pre určité územie. Pri spracovávaní prirodzeného jazyka treba vziať do úvahy viaceré aspekty. Dosiahnutie tohto cieľa je preto často veľmi náročné.

V súčasnosti najpoužívanejšie algoritmy na NLP využívajú strojové učenie. Dosiahnutie úplného porozumenia a spracovania ľudského prirodzeného jazyka by znamenalo vyriešiť *AI-complete* problém, čo znamená, že obtiažnosť tohto problému je ekvivalentná s obtiažnosťou problému vytvorenia počítača inteligentného ako človek, takzvané „true AI”.

2.2 Využitie spracovania prirodzeného jazyka

V súčasnosti má NLP niekoľko hlavných využití v aplikáciách a systémoch. Z hľadiska spracovania učebných textov je pre nás najdôležitejšie využitie z po-

hľadu *extrakcie informácií*, ktoré je podrobnejšie popísané v sekcii 2.2.1 Extrakcia informácií. Ďalšie využitia NLP sú napríklad [9]:

- Strojový preklad (angl. Machine Translation)
- Rozpoznávanie reči (angl. Speech Recognition)
- Sumarizáciu textu (angl. Text Summarization)
- Dialógové systémy (angl. Dialogue Systems)
- Vyhľadávanie informácií (angl. Information Retrieval)

2.2.1 Extrakcia informácií

Systémy a aplikácie zamerané na extrakciu informácií vyhľadávajú a extrahujú informácie z textov, článkov a dokumentov, pričom reagujú na používateľove informačné potreby. Výstup z takýchto systémov a aplikácií nepozostáva iba zo zoznamu kľúčových slov, ktoré by sa dali pokladať za extrahované informácie, ale naopak sú v tvare preddefinovaných šablón [9].

Extrakcia informácií využíva niekoľko z hlavných úloh spracovania prirodzeného jazyka. Sú to *značkovanie slovných druhov*, *rozpoznávanie názvoslovných entít*, a ďalšie [9]. Tieto a aj ostatné úlohy spracovania prirodzeného jazyka sú podrobnejšie opísané v sekcii 2.3 Úlohy spracovania prirodzeného jazyka.

Výber informácií a extrakcia informácií spolu úzko súvisia, ale sú to dve rozdielne využitia NLP. Prvé spomínané využitie slúži na vyhľadávanie relevantných zdrojov informácií v databázach textov, článkov a dokumentov podľa používateľových potrieb. Na vyhladaných zdrojoch následne prebehne extrakcia informácií.

2.3 Úlohy spracovania prirodzeného jazyka

NLP ma niekoľko hlavných úloh. Podrobnejšie si opíšeme tie, ktoré sú relevantné vzhľadom na implementáciu spracovania učebných textov. Úlohy spracovania prirodzeného textu: [5]

- Značkovanie slovných druhov (angl. Part-of-speech tagging) 2.3.1
- Rozdelenie vety na menšie časti (angl. Chunking)
- Rozpoznávanie názvoslovných entít (angl. Named Entity Recognition) 2.3.2

- Označovanie sémantického postavenie (angl. Semantic Role Labeling)
- Rozpoznanie koreferencií (angl. Coreference resolution) 2.3.3
- Morfologické segmentovanie (angl. Morphological Segmentation)
- Generovanie prirodzeného jazyka (angl. Natural Language Generation)
- Optické rozoznávajúce textu (angl. Optical Character Recognition)
- Rozloženie vzťahov (angl. Dependency parsing) 2.3.4
- a ďalšie

2.3.1 Značkovanie slovných druhov

Hlavnou úlohou značkovania slovných druhov (angl. Part-of-speech tagging) je každému slovu vo vete priradiť unikátnu značku odrážajúcu jeho syntaktickú úlohu vo vete [5]. Sú to, napríklad v slovenskom jazyku podmet, prísudok, príslovkové určenie alebo v anglickom jazyku noun, adverb, verb, atď. Okrem toho to môže byť tiež označenie určujúce množné číslo, napríklad singulár alebo plurál.

Problémom pri značkovaní slovných druhov je mnohoznačnosť. Mnohoznačnosť je vlastnosť slova spôsobujúca, že slovo môže mať viacero významov a môže byť viacerými slovnými druhmi. V slovenskom jazyku napríklad slovo *kry* môže predstavovať sloveso s významom rozkazu *prikry!*, ale taktiež môže predstavovať podstatné meno s významom *kríky*. V anglickom jazyku to je napríklad slovo *book*, ktoré môže predstavovať podstatné meno (angl. noun) *kniha* alebo sloveso (angl. verb) vo význame *rezervovať*.

2.3.2 Rozpoznávanie názvoslovných entít

Rozpoznávanie názvoslovných entít (angl. Named Entity Recognition) označuje mená a názvy (entity), ktoré sa vyskytujú v texte. Tie následne rozdeľuje do kategórií, ako sú napríklad *osoby*, *organizácie* alebo *lokácie* [5].

Ťažkosť pri rozpoznávaní názvoslovných entít spôsobuje kapitalizácia slov, takzvané písanie entít s veľkým začiatočným písmenom. V anglickom jazyku je to jednoduché, keďže v angličtine sa entity píše s veľkým začiatočným písmenom.

Príklad je *Slovak University of Technology*. Avšak v iných jazykoch to neplatí a entity sa nemusia písať s veľkým začiatočným písmenom.

2.3.3 Identifikácia koreferencií

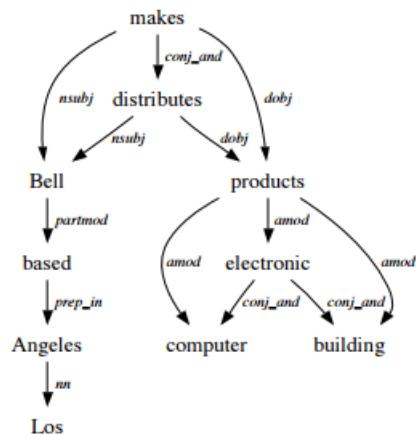
Nájdenie, identifikácia a rozpoznanie koreferencií v texte je úlohou rozpoznávania koreferencií (angl. Coreference resolution). V texte sa často používajú zámena (angl. pronouns) *to, tí, on*, anglicky *it, those, he* alebo menné frázy (angl. noun phrase). Tieto zámena a menné frázy sa odkazujú na iné podstatné mená alebo mená a názvy. Je úlohou rozpoznávania koreferencií identifikovať referenciu na podstatné meno alebo meno, alebo názov, väčšinou entity z reálneho sveta, na ktoré sa odkazujú. Táto úloha spracovania prirodzeného jazyka sa využíva v aplikáciách NLP ako sú extrakcia informácií (viď. 2.2.1 Extrakcia informácií) a odpovedanie na otázky [3].

Príklad: **Martin Nemček** napísal túto bakalársku prácu. **On** študuje na FIIT STU BA.

Tu je vidno, že zámeno *on* sa odkazuje na meno *Martin Nemček*.

2.3.4 Identifikácia gramatických závislostí

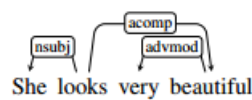
Rozloženie na vzťahy nám poskytuje jednoduchý opis gramatických vzťahov slov vo vete. Aplikovaním rozloženia vzťahov na vetu *Bell, based in Los Angeles, makes and distributes electronic, computer and building products.* vznikne strom vzťahov (angl. dependency tree) (viď. obrázok 1 Strom vzťahov) [4].



Obr. 1: *Strom vzťahov*

V tomto orientovanom stromovom grafe jednotlivé slová vety predstavujú vrcholy, pričom prechody medzi vrcholmi, hrany, reprezentujú vzťahy medzi nimi.

Ďalšia reprezentácia závislostí zapisuje vzťahy priamo do vety. Na obrázku 2 Vzťahy vo vete vidíme, že medzi slovami *She* a *looks* je vzťah **nsubj** - nominal subject, medzi *looks* a *beautiful* je vzťah **acomp** - adjectival complement, a v neposlednom rade medzi slovami *very* a *beautiful* je vzťah **advmod** - adverb modifier [4].



Obr. 2: *Vzťahy vo vete*

Celá závislosť sa skladá primárne z nadradeného tokenu, podradeného tokenu a vzťahu medzi nimi. Na obrázku 2 Vzťahy vo vete vidno, okrem iných aj závislosť, ktorej nadradený token je slovo *looks*, podradený token je slovo *She* a vzťah je *nsubj*.

2.4 Nástroje na spracovanie prirodzeného jazyka

V súčasnosti je vyvinutých alebo sú vo vývoji viaceré nástroje, ktoré sa dajú použiť pri spracovávaní prirodzeného jazyka. Vývoj takýchto nástrojov je podporovaný na známych univerzitách ako sú napríklad Princeton, Stanford alebo Cambridge, ale samozrejme svoje slovo tu má aj Google. Pozrieme sa bližšie na niektoré z týchto nástrojov, čo ponúkajú a ako sa dajú využiť.

2.4.1 WordNet

WordNet¹ je databáza anglických slov vyvíjaná na Princetonskej univerzite. Databáza obsahuje podstatné mená, prídavné mená, slovesá a príslovky, ktoré sú zatriedené do synonymických sád, synsetov.

Slová do synsetov sú zaraďované podľa významu. To znamená, že slová *auto* a *automobil*, ktoré sú pre svoj význam zameniteľné vo vete, sa zaraďujú do rovnakého synsetu. WordNet v súčasnosti (r. 2015) obsahuje 117 000 synsetov. Každý z týchto synsetov taktiež obsahuje krátku ukážku použitia slova.

Vo WordNet sa nachádzajú aj vzťahy medzi slovami v zmysle nadradenosti. Tým sa myslí, že *stolička* je nábytok a nábytok je fyzická vec a takto to pokračuje až po najvyššie slovo, od ktorého „dedia“ všetky - entita (viď. obrázok 4 Nadradenosť slov. Okrem vzťahu nadradenosti WordNet obsahuje aj vzťah zloženia. *Stolička* sa skladá z *operadla* a *nôh*. Toto zloženie je typické len pre konkrétne slovo a neprenáša sa hore stromom nadradenosti, lebo pre *stoličku* je typické, že sa skladá z *operadla* a *nôh*, ale to už nie je typické pre nábytok. Prídavné mená obsahujú aj vzťah antonymity, takže slovo *suchý* bude prepojené so slovom *mokrý* ako so svojím antonymom.

Tento nástroj je dostupný vo webovej verzii (viď. obrázok 3 Webové rozhranie), ale ponúka aj stiahnutie jeho databázových súborov, ktoré sa po splnení licenčných požiadaviek dajú využívať v projektoch.

¹ www.wordnet.princeton.edu

WordNet Search - 3.1
 - [WordNet home page](#) - [Glossary](#) - [Help](#)

Word to search for:

Display Options:

Key: "S:" = Show Synset (semantic) relations, "W:" = Show Word (lexical) relations
 Display options for sense: (gloss) "an example sentence"

Noun

- [S: \(n\)](#) **chair** (a seat for one person, with a support for the back) *"he put his coat over the back of the chair and sat down"*
- [S: \(n\)](#) [professorship](#), **chair** (the position of professor) *"he was awarded an endowed chair in economics"*
- [S: \(n\)](#) [president](#), [chairman](#), [chairwoman](#), **chair**, [chairperson](#) (the officer who presides at the meetings of an organization) *"address your remarks to the chairperson"*
- [S: \(n\)](#) [electric chair](#), **chair**, [death chair](#), [hot seat](#) (an instrument of execution by electrocution; resembles an ordinary seat for one person) *"the murderer was sentenced to die in the chair"*
- [S: \(n\)](#) **chair** (a particular seat in an orchestra) *"he is second chair violin"*

Verb

- [S: \(v\)](#) **chair**, [chairman](#) (act or preside as chair, as of an academic department in a university) *"She chaired the department for many years"*
- [S: \(v\)](#) [moderate](#), **chair**, [lead](#) (preside over) *"John moderated the discussion"*

Obr. 3: *Webové rozhranie (Wordnet)*

Noun

- [S: \(n\)](#) **chair** (a seat for one person, with a support for the back) *"he put his coat over the back of the chair and sat down"*
 - [direct hyponym](#) / [full hyponym](#)
 - [part meronym](#)
 - [direct hypernym](#) / [inherited hypernym](#) / [sister term](#)
 - [S: \(n\)](#) [seat](#) (furniture that is designed for sitting on) *"there were not enough seats for all the guests"*
 - [S: \(n\)](#) [furniture](#), [piece of furniture](#), [article of furniture](#) (furnishings that make a room or other area ready for occupancy) *"they had too much furniture for the small apartment"; "there was only one piece of furniture in the room"*
 - [S: \(n\)](#) [furnishing](#) (usually plural) the instrumentalities (furniture and appliances and other movable accessories including curtains and rugs) that make a home (or other area) livable)
 - [S: \(n\)](#) [instrumentality](#), [instrumentation](#) (an artifact (or system of artifacts) that is instrumental in accomplishing some end)
 - [S: \(n\)](#) [artifact](#), [artefact](#) (a man-made object taken as a whole)
 - [S: \(n\)](#) [whole](#), [unit](#) (an assemblage of parts that is regarded as a single entity) *"how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit"*
 - [S: \(n\)](#) [object](#), [physical object](#) (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow) *"it was full of rackets, balls and other objects"*
 - [S: \(n\)](#) [physical entity](#) (an entity that has physical existence)
 - [S: \(n\)](#) [entity](#) (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))

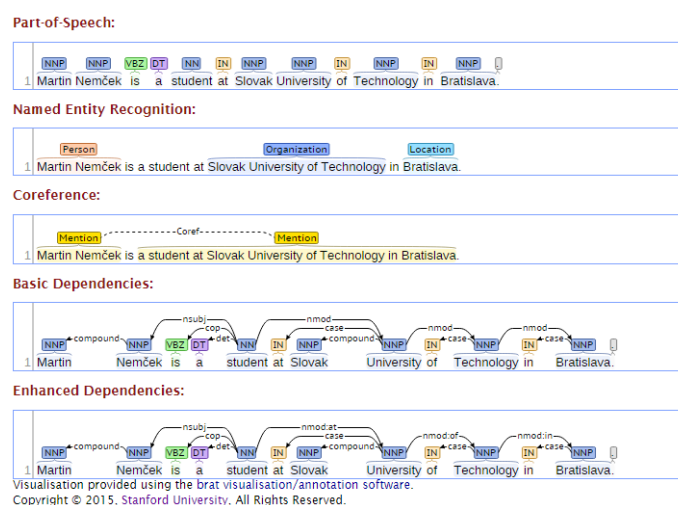
Obr. 4: *Nadradenost' slov (Wordnet)*

2.4.2 StanfordNLP

Nástroj StanfordNLP² je vyvíjaný na Stanfordskej univerzite. Skladá sa z niekoľkých softvérov, ktoré sa zameriavajú na úlohy spracovania prirodzeného jazyka popísané v sekcii 2.1 Spracovanie prirodzeného jazyka. Sú to softvéry *Stanford Parser*, *Stanford POS Tagger*, *Stanford EnglishTokenizer*, *Stanford Relation Extractor* a mnoho ďalších. *Stanford CoreNLP* zahŕňa viacero z týchto softvérov, a práve tento nástroj budeme používať pri spracovaní učebných textov.

Nástroje StanfordNLP sú implementované v Jave, ale sú dostupné aj v iných programovacích jazykoch ako C#, PHP alebo Python.

Dostupné je aj online webové demo. Na obrázku 5 StanfordNLP online demo vidíme výstupy z nástrojov ponúkaných balíkom StanfordNLP pre jednoduchý vstupný text skladajúci sa z jednej vety „Martin Nemček is a student at Slovak University of Technology in Bratislava.”.



Obr. 5: StanfordNLP online demo

2.4.3 CambridgeAPI

CambridgeAPI³ je nástroj vytvorený na Cambridge univerzite. Umožňuje prístup k viacerým rôznym slovníkom. Momentálne tento nástroj ponúka prístup k pätnástim

²www.nlp.stanford.edu

³www.dictionary-api.cambridge.org

prekladovým slovníkom, ako napríklad anglicko-čínsky, anglicko-ruský, anglicko-arabský, anglicko-japonský a ďalšie. Všetky prekladové slovníky majú primárny jazyk angličtinu. Slovenčinu v súčasnosti nepodporuje.

Spomínaný nástroj funguje na princípe dopytovania pomocou HTTP protokolu. Na obdržanie korektnej odpovede je potrebné mať osobný API kľúč. Ten sa dá získať kontaktovaním správcov CambridgeAPI.

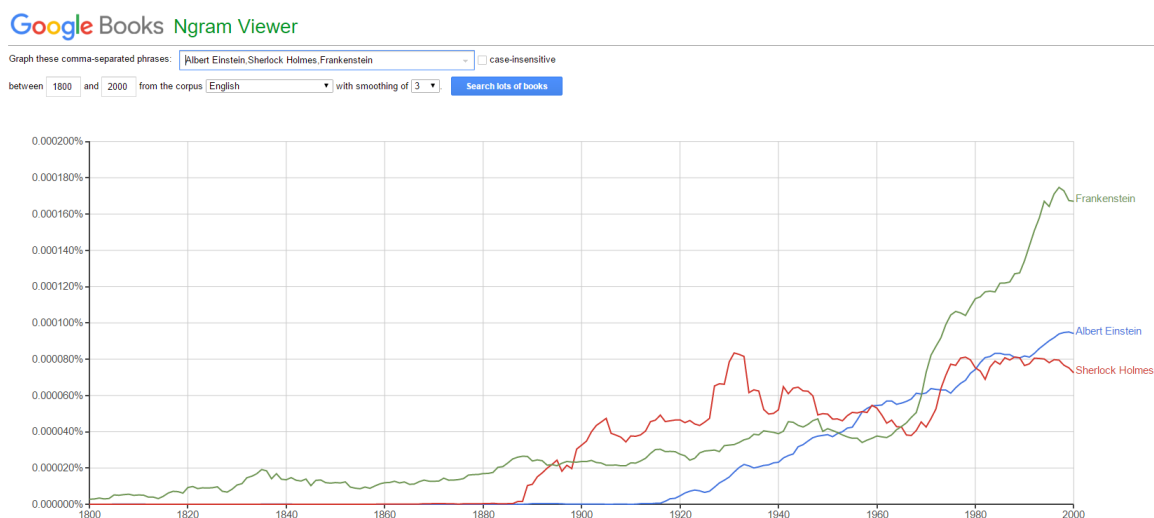
2.4.4 Google Ngram

Google Ngram⁴ je postavený na ďalšom softvéri tohto giganta, Google Books. V knihách, napísaných od roku 1500 až do súčasnosti, vyhľadáva výskyty n-gramov. Podporuje len niektoré jazyky, ako angličtina, francúzština, ruština, čínština. Na vyhľadávanie v knihách využíva optické rozoznávanie textu, pričom dokáže spracovať aj regulárne výrazy, avšak tie môžu byť použité iba ako náhrada celého slova, ale nie uprostred slova. Slovné spojenie „* Einstein” spracuje, pričom „Albert Einste*n” nie.

N-gram je podľa oxfordského slovníka definovaný ako postupnosť *n* za sebou idúcich slov alebo znakov. *Martin* je n-gram veľkosti jedna, 1-gram alebo unigram. *Martin Nemček* je n-gram veľkosti dva, 2-gram alebo bigram a tak ďalej, pričom *n* môže byť ľubovoľné kladné, celé číslo.

Google Ngram Viewer poskytuje vizualizáciu vyhľadaných dát. Je dostupný vo webovom rozhraní. Na obrázku 6 Google Ngram Viewer vidno vizualizáciu výskytu mien *Albert Einstein*, *Sherlock Holmes*, *Frankenstein* v knihách od roku 1800 do roku 2000.

⁴www.books.google.com/ngrams



Obr. 6: Google Ngram Viewer

Tento nástroj okrem iného ponúka aj surové (angl. raw) dáta na stiahnutie.

2.4.5 AlchemyAPI

AlchemiAPI⁵ je súbor dvanástich nástrojov, z ktorých sú niektoré zamerané na úlohy spracovania prirodzeného jazyka popísané v sekcii 2.1 Spracovanie prirodzeného jazyka, ako napríklad extrakcia entít, extrakcia kľúčových slov, extrakcia vzťahov, ale aj iné zaujímavé funkcie, napríklad extrakcia autora z textu.

Na používanie tohto nástroja je potrebné sa zaregistrovať pre obdržanie API kľúču. S týmto kľúčom je tisíc dopytov denne zdarma. Dostupnosť v programovacích jazykoch je široká. Ponúka knižnicu v deviatich najpoužívanejších programovacích jazykoch.

Pre AlchemyAPI je dostupné aj online webové demo, vid' obrázok 7 AlchemyAPI online demo, kde je vidno širokú ponuku, obsiahnutú v tomto nástroji.

⁵www.alchemyapi.com

LANGUAGE: English

AlchemyAPI uses natural language processing, artificial intelligence, deep learning and massive-scale web crawling to power its text analysis capabilities. Try entering your own text in this text box to see what knowledge AlchemyAPI can extract from your unstructured data.

[Click here to learn more about entities.](#) Visual JSON API

| Entities | artificial intelligence | AlchemyAPI | natural language | | | |
|--------------------|-------------------------|------------|------------------|------------------|----------|-------------|
| Keywords | | | | | | |
| Taxonomy | | | | | | |
| Concepts | | | | | | |
| Document Sentiment | | | | | | |
| Targeted Sentiment | | | | | | |
| Relations | | | | | | |
| Language | | | | | | |
| Title | | | | | | |
| Author | | | | | | |
| Text | Entity | Relevance | Sentiment | Type | Subtypes | Linked Data |
| Feeds | artificial intelligence | 0.778396 | neutral | FieldTerminology | | |
| Microformats | natural language | 0.68469 | positive | FieldTerminology | | |
| | AlchemyAPI | 0.676997 | positive | Company | | |

Obr. 7: AlchemyAPI online demo

Dáta sú vo formáte JSON a okrem spracovania prirodzeného jazyka AlchemyAPI ponúka aj nástroje na extrahovanie obsahu z obrázku alebo rozpoznávanie tvárí na obrázkoch.

2.5 Zhrnutie

Dummy text..

3 Analýza nástrojov na správu paralelných textov

Dostupnosť aplikácií na spracovanie prirodzeného jazyka je veľká a široká. Najväčší podiel tvoria aplikácie zamerané na preklad. My sa zameriame na aplikácie, ktoré umožňujú editovať paralelný text.

Nástroje na správu paralelných textov uľahčujú spracovanie viacerých druhov a verzií textu. Na jednej strane majú zdrojový text alebo súbor a na druhej strane výsledný text alebo súbor. Hlavný dôraz sa kladie práve na transformáciu zo zdrojového textu na cieľový. Transformácia môže mať viacero podôb, ako preklad, zarovnanie alebo zjednodušenie textu, a mnoho ďalších. Texty sú zväčša rozdelené podľa viet, pre zjednodušenie transformácie, pričom vety na jednej úrovni zvyčajne spolu súvisia podľa určitej vlastnosti.

V nasledujúcich častiach si predstavíme niektorých predstaviteľov tohto druhu nástrojov.

3.1 InterText

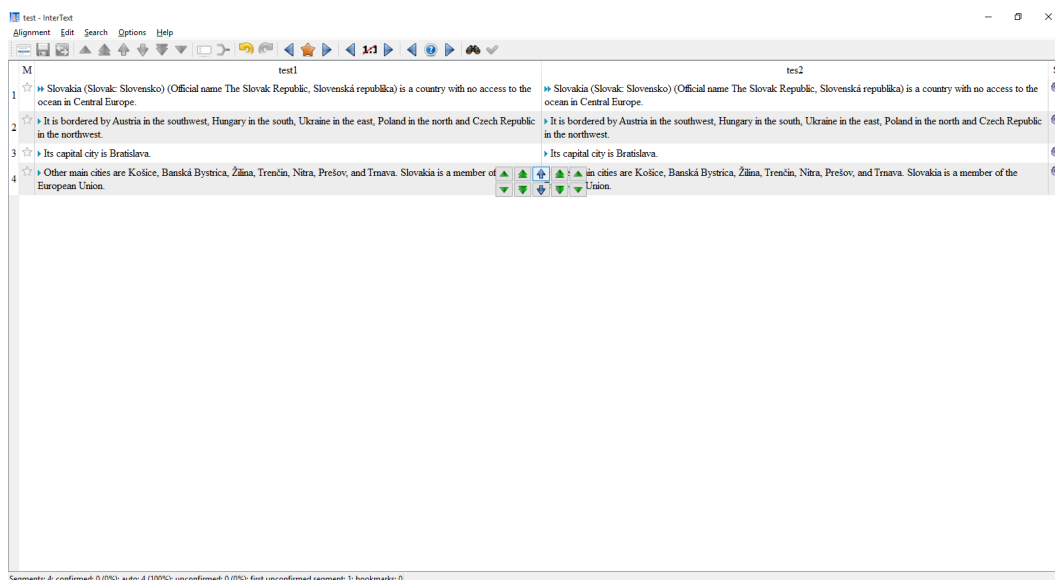
InterText⁶ je editor paralelne zarovnaných textov, využívaný na správu viacerých paralelne zarovnaných verzií textu rôznych jazykov na úrovni viet. Táto aplikácia je dostupná vo verzií pre desktop, ale aj pre server.

Podporuje viacero formátov textu, či už čistý (angl. plain) text alebo XML a taktiž zobrazuje aj HTML značky. Riadky obsahujú vety oddelené znakom konca riadku a sú očíslované. Umožňuje funkcie ako presúvanie riadkov textu alebo zoskupenie viacerých do jedného, krok vpred a vzad. V spracovávanom texte sa dá vyhľadávať a je možné tento text aj upraviť podľa vlastných potrieb.

InterText nezohľadňuje používateľove úpravy textu počas používania a pri následnom spracovávaní textu sa tak neprispôsobí používateľovi. Okrem toho zjednodušovanie textu v tomto nástroji by bolo pomerne náročné.

Na obrázku 8 Aplikácia InterText je zobrazená aplikácia InterText s testovacím vstupom, na ktorom je vidno väčšinu už spomenutej funkcionality, ako presúvanie a zoskupovanie riadkov, číslovanie, atď.

⁶<http://wanthalf.saga.cz/intertext>



Obr. 8: Aplikácia InterText

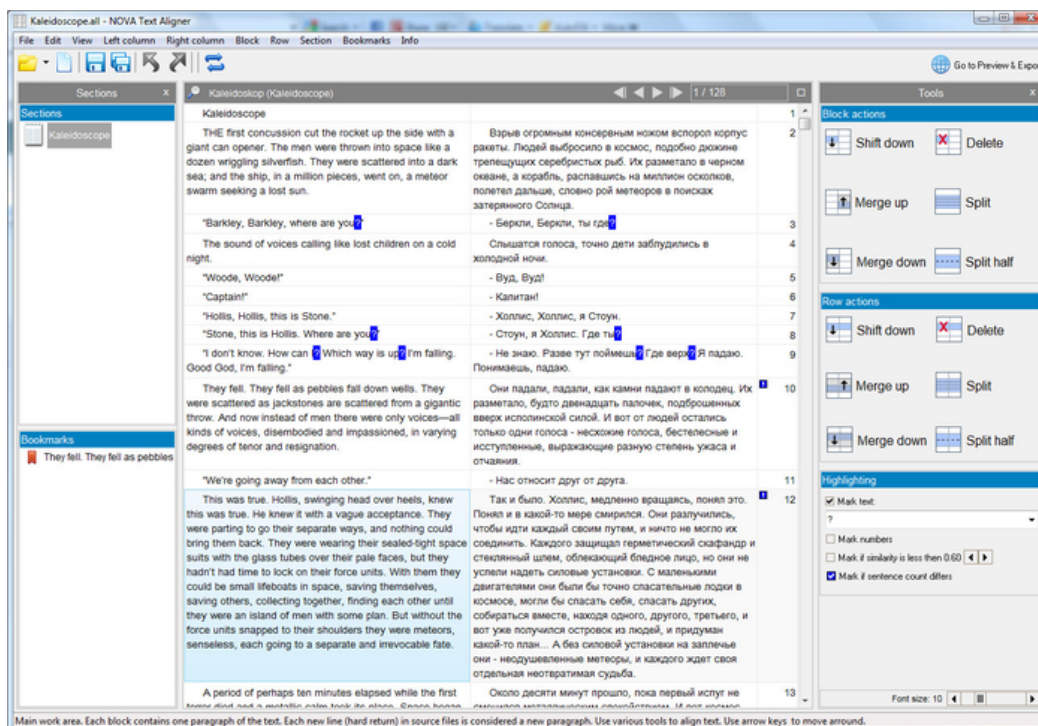
3.2 NOVA Text Aligner

NOVA Text Aligner⁷ je aplikácia na zarovnávanie textu, pričom nevyužíva algoritmy na zarovnávanie textu, ale používateľ si musí sám určiť zarovnanie.

Ako vidno na obrázku 9 Aplikácia NOVA Text Aligner hlavná editovacia časť aplikácie je rozdelená do dvoch častí. Umožňuje do ľavej aj pravej časti načítať rôzny text, v ktorom sa dá veľmi jednoducho vyhľadávať, k čomu napomáha zvýraznenie vyhľadaných slov. Načítaný text je možné premiestňovať a zoskupovať, či už podľa riadkov alebo aj v celých blokoch a nechýba možnosť editovať text. Je možné si túto aplikáciu prispôbiť. Ponúka možnosti ako zmena typu písma a pod. Finálny spracovaný text sa dá exportovať do viacerých formátov, z ktorých populárne sú formáty elektronických knížiek EPUB a MOBI.

Aplikácia je zameraná hlavne na usporadúvanie textu, nezaznamenáva si používateľove zmeny textu a neprispôbuje sa podľa toho pri ďalšom použití a funguje iba lokálne. NOVA Text Aligner je dostupná iba v skúšobnej verzii, pre dlhodobé používanie si treba zakúpiť licenciu.

⁷<http://www.supernova-soft.com/wpsite/products/text-aligner/>



Obr. 9: Aplikácia NOVA Text Aligner⁸

3.3 LF Aligner

Aplikácia LF Aligner⁹ je zameraná na spracovanie textu rôznych jazykov. Ponúka možnosť použiť až 99 jazykov, čo ale znamená 99 vstupných súborov, každý so zvoleným jazykom. Dokáže spracovať rôzne typy vstupných súborov od čistého textu, PDF súborov, cez URL stránok s textom až po správy Európskeho parlamentu, ktoré automaticky stiahne. Výstup môže byť taktiež viacerých druhov, napríklad cez grafické rozhranie LF Aligner alebo vygenerovanie XLS súboru. Na obrázku 10 Aplikácia LF Aligner vidno grafické rozhranie tejto aplikácie, ktoré ponúka mnohé vymoženosti. Samozrejmosťou je možnosť premiestňovať a zoskupovať riadky, doplnenie ďalšieho súboru na spracovávanie, uloženie zmien súboru prepísaním jeho dát a mnohé ďalšie.

⁸<http://parallel-text-aligner.en.softonic.com/>

⁹www.sourceforge.net/projects/aligner

LF Aligner Editor 1.5 - aligned_tmp-tmp2.txt

| | | | |
|----|---|---|------------|
| 1 | Slovakia (Slovak: Slovensko) (Official name The Slovak Republic, Slovenská republika) is a country with no access to the ocean in Central Europe. | Czech Republic (Czech: Česká republika) is a country in Central Europe, sometimes also known as Czechia (Czech: Česko). | .tmp-.tmp2 |
| 2 | It is bordered by Austria in the southwest, Hungary in the south, Ukraine in the east, Poland in the north and Czech Republic in the northwest. | The capital and the biggest city is Prague. The currency is the Czech Crown (koruna česká - CZK). | .tmp-.tmp2 |
| 3 | Its capital city is Bratislava. | 1 € is about 27 CZK. | .tmp-.tmp2 |
| 4 | | The president of the Czech Republic is Miloš Zeman. | .tmp-.tmp2 |
| 5 | Other main cities are Košice, Banská Bystrica, Žilina, Trenčín, Nitra, Prešov, and Trnava. | The Czech Republic's population is about 10.5 million. The local language is Czech language. | .tmp-.tmp2 |
| 6 | Slovakia is a member of the European Union. | The Czech language is a Slavic language. | .tmp-.tmp2 |
| 7 | | It is related to languages like Slovak and Polish. | .tmp-.tmp2 |
| 8 | | In 1993 the Czech Ministry of Foreign Affairs announced that the name Czechia be used for the country outside of formal official documents. | .tmp-.tmp2 |
| 9 | | This has not caught on in English usage. | .tmp-.tmp2 |
| 10 | | Czech Republic has no sea; its neighbour countries are Germany, Austria, Slovakia, and Poland. | .tmp-.tmp2 |

Merge (F1) Split (F2) Shift up (F3) Shift down (F4)

Obr. 10: Aplikácia LF Aligner

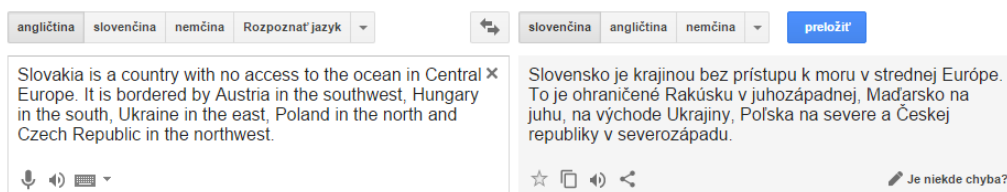
3.4 Google Translate

Za najznámejšieho zástupcu webových nástrojov na spracovanie paralelných textov sa dá pokladať nástroj Google Translate¹⁰. Využíva sa na preklad slov, viet, ale dokáže spracovať aj celé texty. Momentálne podporuje preklad z a do 91 jazykov. Dokáže rozpoznať a preložiť hovorenú reč aj písaný text. Pri preklade jednotlivých slov zobrazuje viacero možných prekladov do druhého jazyka, pričom pri preklade z anglického jazyka ponúka aj ukážky viet, v ktorých sa prekladané slovo môže použiť. Správnu výslovnosť preloženého aj prekladaného slova alebo textu, si používateľ môže vypočúť na krátkej zvukovej ukážke.

Na obrázku 11 Google Translate je zobrazený preklad anglického textu do slovenského. Vidno, že preklad do minoritných jazykov ešte nie je dokonalý.

⁹<http://parallel-text-aligner.en.softonic.com/>

¹⁰translate.google.com



Obr. 11: *Google Translate*

Analyzované nástroje nespĺňajú všetky požiadavky na systém schopný spoznávkovať učebný text v takom rozsahu, ktorý by umožňoval používateľovi prispôbiť si spracovaný text. Systém musí umožňovať editáciu jednotlivých viet výstupného textu podľa vôle používateľa. Tieto úpravy musí zohľadniť pri následnej aplikácii transformácií vstupného textu. Dáta ohľadne spoznávkovania textu musia byť uložené na externom úložisku, ako napríklad v databáze.

3.5 Uchovávanie textov v databázach

Text je špecifický údajový model s variabilnou štruktúrou. Ak chceme efektívne ukladať texty v databázach, je nutné použiť vhodnú databázu. Databázu, ktorá je tomu prispôbená, pri ktorej nebudeme zbytočne čerpať pamäť a takisto bude jednoduché narábať s dátami. To znamená bezproblémové ukladanie, získavanie, vyhľadávanie a spracovanie textov na úrovni databázy. V nasledujúcich kapitolách sa pozrieme, aké typy databáz existujú a aké možnosti z pohľadu ukladania textov ponúkajú.

3.5.1 Relačné databázy

Relačné databázy boli dlhé roky populárnou a finančne nenáročnou voľbou pri tvorbe veľkých podnikateľských aplikácií. Momentálne sú používané vo väčšine súčasných aplikácií a pracujú spoľahlivo pri obmedzenom množstve dát [6]. Problém s relačným modelom relačných databáz nastáva, keď vzniká potreba aplikácie s obrovským množstvom dát. Menovite rozšíriteľnosť (angl. scalability) a schéma sa stávajú najväčším problémom relačných databáz [8].

Tento typ databáz oplýva veľkou úrovňou jednotvárnosti, ukladá dáta v tabuľkách zložených z riadov a stĺpcov. Každý záznam (riadok) v tabuľke predstavuje zjednodušený objekt alebo vzťah z reálneho života. Výhodou relačných databáz je možnosť jednoduchého vytvorenia prispôbeného pohľadu na dáta [7].

3.5.2 Textové databázy

S rozmachom variácie dát v posledných rokoch sa začali objavovať a vznikať nerelačné databázy, aby pokryli požiadavky na nové aplikácie. Textové databázy sú druhom nerelačných databáz.

Textové databázy ukladajú dáta vo forme dokumentov, vďaka čomu ponúkajú vysoký výkon a horizontálnu rozširiteľnosť [8]. Uložené dokumenty môžu nadobúdať rôzne formáty, ako napríklad JSON, BSON, XML a BLOB, ktoré poskytujú veľkú flexibilitu pre dáta. Každý záznam v takejto databáze preto môže mať inú štruktúru, napríklad počet alebo typ polí, čo šetrí úložným priestorom, keďže neobsahuje nepotrebné prázdne polia [8].

Dokumenty v databáze sú referencované kľúčom, ktorý môže byť reťazec, cesta, ale dokonca aj dokument [8]. Majú dynamickú schému, čo umožňuje vytvárať záznamy bez toho, aby bolo potrebné predtým definovať štruktúru. Uľahčujú zmenu štruktúry záznamov jednoduchým pridaním, odstránením alebo zmenou typu poľa. Vďaka svojej štruktúre sú dokumenty ľahko namapovateľné na objekty z objektovo-orientovaných programovacích jazykov a odstraňujú tým potrebu pre použitie objektovo-relačnej mapovacej vrstvy.

Primárne využitie týchto databáz je v aplikáciách, ktoré potrebujú ukladať dáta, ktorých štruktúra je vopred neznáma alebo sa mení. Predstaviteľmi sú napríklad *MongoDB* alebo *CouchDB* databázy.

MongoDB

MongoDB¹¹ je dokumentová nerelačná databáza vytvorená v C++ spustená v roku 2009 [8]. Ukladá dáta v dokumentoch vo formáte BSON (Binary JSON), ktorých

¹¹www.mongodb.org

štruktúra sa môže meniť. Využíva dynamickú štruktúru schém, preto dokáže vytvárať záznamy bez preddefinovanej štruktúry dát, lebo štruktúra sa vytvára za behu, pričom môže byť veľmi jednoducho pozmenená pridaním, odstránením alebo zmenou typu polia dokumentu určujúceho štruktúru. Umožňuje jednoduché ukladanie dát s hierarchickými vzťahmi alebo komplexnejších štruktúr, ako sú napríklad polia, listy alebo vnorené polia.

Vlastnosti ako chybová tolerancia, perzistencia a konzistencia dát sú súčasťou MongoDB. Oproti klasickým dokumentovým databázam ponúka aj vymoženosti, ako agregácia, ad hoc dopyty, indexovanie, a pod. Taktiež má svoj vlastný plnohodnotný dopytovací jazyk *mongo query language* [8].

Prvky poskytované databázou MongoDB sú prvky zahrnuté v relačných databázach rozšírené o ďalšiu funkcionality. Porovnanie poskytovaných prvkov je v tabuľke 1 Prvky poskytované MongoDB.

Tabuľka 1: Prvky poskytované MongoDB

| | MySQL | MongoDB |
|-------------------------|--------------|----------------|
| Bohatý dátový model | Nie | Áno |
| Dynamická štruktúra | Nie | Áno |
| Dátové typy | Áno | Áno |
| Lokálnosť dát | Nie | Áno |
| Aktualizovanie polí | Áno | Áno |
| Ľahké pre programátorov | Nie | Áno |
| Komplexné transakcie | Áno | Nie |
| Audit | Áno | Áno |
| Auto-sharding | Nie | Áno |

Bohatý dátový model (angl. Rich Data Model) znamená, že dátový model poskytuje veľa funkcionality. Princípom dynamickej štruktúry (angl. Dynamic Structure) je jednoduchá zmena štruktúry, pričom nemusí byť vôbec zadefinovaná a každý záznam môže mať odlišnú štruktúru. Lokálnosť dát (angl. Data Locality) znamená uchovávanie súvisiacich dát pokope. Aktualizovanie polí umožňuje vykonávať nad poliami operácie, ako sú inkrementácia podľa špecifikovaného množstva, vynásobenie hodnotou, premenovanie, aktualizácia iba ak je hodnota väčšia alebo menšia ako špecifická hodnota a ďalšie. Audit (angl. Auditing) je funkcionality, ktorá umožňuje administrátorom a používateľom sledovať aktivity

systemu. Auto-sharding pri náraste dát, aby sa zabránilo poklesu priepustnosti operácií čítania a zapisovania, ukladá dáta automaticky na viacero strojov.

MongoDB má vlastnú konvenciu názvov svojich častí. Tie sa v niektorých prípadoch líšia s názvami relačných databáz. Rozdiely sú zobrazené v tabuľke 2 Porovnanie používaných pojmov [6]. Za zástupcu relačných databáz bola vybraná MySQL databáza.

Tabuľka 2: Porovnanie používaných pojmov [6]

| MySQL | MongoDB |
|---------------|--------------------------------|
| Databáza | Databáza |
| Tabuľka | Kolekcia |
| Index | Index |
| Riadok | BSON dokument |
| Stĺpec | BSON pole (angl. field) |
| Spojenie | Vnorené dokumenty a prepojenie |
| Primárny kľúč | Primárny kľúč |
| Zoskupenie | Agregácia |

3.5.3 Ostatné databázové systémy

Okrem relačných a textových dokumentov existuje ešte niekoľko druhov databáz. V nasledujúcich častiach si priblížime niektoré z nerelačných databáz.

Kľúč - hodnota databázy

Nerelačné databázy typu kľúč - hodnota sú v svojej podstate celkom jednoduché, ale zároveň efektívne. Umožňujú používateľovi ukladať dáta ľubovoľne, keďže neobsahujú schémy. Uložené dáta sa skladajú z dvoch častí. Prvá časť je kľúč a druhá časť je hodnota [8], pričom kľúč je samo-generujúci string a hodnota môže byť takmer čokoľvek, od string, JSON cez BLOB až po obrázok [6].

Kľúč - hodnota databázy sú veľmi podobné hašovacím tabuľkám, kde kľúč je indexom do tabuľky, pomocou ktorého používateľ môže prísť k hodnote daného kľúča. Tento typ databáz uprednostňuje rozšíriteľnosť pred konzistenciou. Ponúka vysokú konkurenčnosť (angl. concurrency), rýchle vyhľadávanie a schopnosť uloženia veľkého množstva dát za cenu spojovacích a agregáčnych operácií.

Taktiež je veľmi náročné vytvoriť ľubovoľný pohľad na dáta z dôvodu chýbajúcej schémy [8].

Najznámejšími predstaviteľmi tohto typu databáz sú *Amazon DynamoDB* a *RIAK*.

Stĺpcové databázy

Stĺpcové databázy musia mať preddefinovanú schému, v ktorej sú jednotlivé bunky záznamov zoskupené do kolekcie stĺpcov [6]. Dáta nie sú ukladané do tabuliek, ale do masívne distribuovaných architektúr, s hlavným zámerom, aby agregácia dát mohla prebehnúť veľmi rýchlo s redukovaním I/O aktivity.

Tento typ databáz taktiež poskytuje veľkú rozšíriteľnosť v ukladaní dát.

Najvhodnejšie je využívať stĺpcové databázy v analytických aplikáciách alebo aplikáciách, ktoré získavajú dáta pomocou metódy *data mining* [8].

Grafové databázy

Grafové databázy su špeciálny typ databáz, v ktorých sú dáta uložené vo forme grafu. Graf pozostáva z vrcholov a hrán, pričom vrcholy predstavujú objekty a hrany reprezentujú vzťahy medzi nimi. Každý vrchol okrem iného obsahuje aj ukazovateľ na príbahlé vrcholy, čo umožňuje prechádzať obrovské množstvo dát rýchlejšie ako v relačných databázach [8].

Údaje sa ukladajú v polo-štruktúrovanej forme, kde je kladený hlavný dôraz na prepojenia medzi dátami. Grafové databázy spĺňajú vlastnosť ACID a sú veľmi vhodné pre biometrické aplikácie alebo aplikácie sociálnych sietí. Hlavným predstaviteľom grafových databáz je *Neo4j* [8].

Objektovo orientované databázy

Objektovo orientované databázy ukladajú dáta vo forme objektov, rovnako ako sú údaje reprezentované v objektoch v objektovo orientovaných programovacích jazykoch (OOP). Tieto databázy podporujú všetky vymoženosti OOP, ako enkapsulácia, polymorfizmus, ale aj dedenie. Objektovo orientované databázy robia moderný vývoj softvéru jednoduchším [8].

3.6 Zhrnutie

Analyzovali sme aplikácie, ktoré umožňujú spravovať a editovať paralelný text. Za ich pomoci dokážeme zo vstupného textu získať výstupný text. Napríklad pri preklade máme vstupný text množinu viet v anglickom jazyku, ktorú chceme preložiť do slovenského jazyka a výstupný text je preloženú množinu viet. Pri zjednodušovaní textu je na vstupe taktiež množina viet a na výstupe je každá veta zo vstupnej množiny zjednodušená podľa istých pravidiel. Výstupný text vzniká určitou transformáciou vstupného textu, aplikovaním transformácie na každú vetu zdrojového textu.

[TREBA TO TU NEJAK PREPOJIT, KEDZE TEXT HORE JE ZO ZHRNUTIA NASTROJOV A TEXT POD JE ZO ZHRNUTIA DATABAZ - SPOJIT DO JEDNEHO ZHRNUTIA CELEJ KAPITOLY !!!]

NOSQL databáza je narozdiel do RDBMS modelu (Relation Data Base Management System) navrhnutá, tak aby bola jednoducho rozšíriteľná so zväčšovaním dát. Väčšina NOSQL databáz odstránila niektoré nepotrebné prvky RDBMS modelov, čím sa stali podstatne ľahšími a efektívnejšími. Toto na druhej strane spôsobilo, že NOSQL model negarantuje vlastnosti ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), ale naopak garantuje vlastnosti BASE (Basically Available, Soft state, Eventual Consistency) [8].

Nerelačné databázy neukladajú údaje v tabuľkách a nemajú fixnú schému. Tieto vlastnosti im umožňujú jednoducho spracovávať neštruktúrované dáta, ako sú dokumenty, e-maily a mnoho ďalších [6]. Preto majú čím ďalej, tým viac využití.

Existuje hneď niekoľko prípadov, kedy je lepšie použiť nerelačnú databázu namiesto relačnej databázy. Keď je potrebné, aby aplikácia dokázala spracovávať rôzne typy a tvary dát alebo pri potrebe spravovať aplikáciu efektívnejšie pri rozširovaní, je rozhodne výhodnejšie použiť nerelačnú databázu. Niektoré databázy, ako napríklad textová databáza MongoDB uľahčuje vývoj aplikácií, keďže jeho dokumentová štruktúra dát je jednoducho namapovateľná na moderné, objektovo-orientované programovacie jazyky a tým pádom nie je potreba využívať komplexnú objektovo-relačnú mapovaciu vrstvu, ktorá je nutná pri použití relačných

databáz na prevod objektov z programovacie jazyka na perzistentné objekty v databáze. Všeobecne je omnoho ľahšie rozšíriť schému / model nerelačnej databázy ako rozširovať schému relačnej databázy.

V systéme potrebujeme ukladať v databáze texty a informácie o nich. Počet viet, slov, vzťahov je pre každý text odlišný a preto nedokážeme vopred definovať efektívnu schému na ukladanie týchto dát. Textové databázy, so svojou dynamicitou a ľahko upraviteľnou štruktúrou, sú na tento účel ideálne, pričom ukladanie textov v tabuľkách by bolo náročné, navyše relačné databázy nemajú predvoľené podporované vyhľadávania v štruktúrach ako text. MongoDB (viď. 3.5.2 MongoDB) je vyspelá, dokumentová databáza zahrňajúca všetku funkcionality, ktorú potrebujeme.

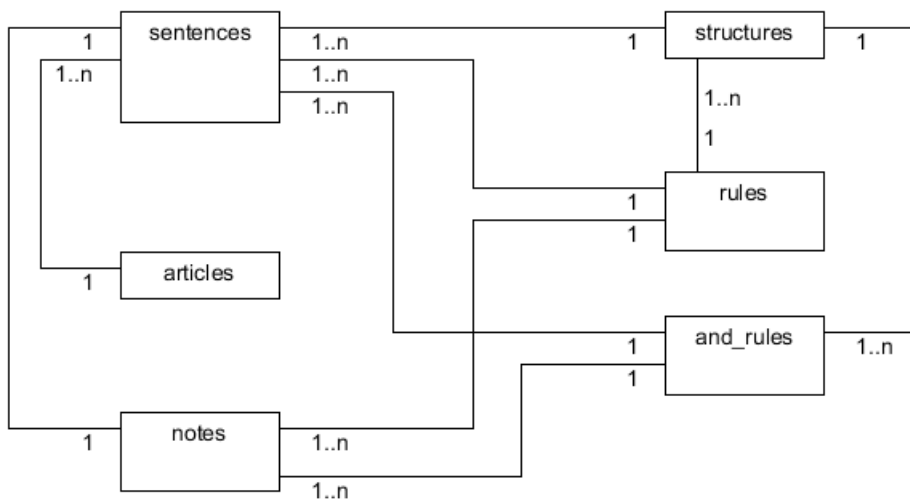
4 Návrh

4.1 Návrh uchovávaní textov v databázach

Na uchovávanie dát sme zvolili dokumentovú databázu MongoDB. Ukladané dáta sa dajú rozdeliť do niekoľkých samostatných kolekcí. Sú to:

- rules,
- sentences,
- notes
- structures,
- articles,
- and rules.

Prepojenia medzi jednotlivými kolekciami sú zobrazené na obrázku 12 Databázový model. Nasledujúcich časti opisujú stručne každú kolekciu. Všetky kolekcie obsahujú okrem polí špecifických pre danú kolekciu, aj polia časových značiek označujúcich vytvorenie a aktualizáciu záznamu.



Obr. 12: Databázový model

4.1.1 Kolekcia articles

V kolekcií *articles* sa ukladajú spracovávané texty.

Kolekcia obsahuje textové pole *text* na uloženie textu v pôvodnom tvare. Model kolekcie *articles* je zobrazený na obrázku 13 Model kolekcie articles.

| Pole | Typ |
|------------|----------|
| _id | ObjectId |
| text | String |
| created_at | DateTime |
| updated_at | DateTime |

Obr. 13: Model kolekcie articles

4.1.2 Kolekcia notes

Kolekcia *notes* uchováva vytvorené poznámky z viet.

Obsahuje textové pole *text* s hodnotou poznámky a dve referencujúce polia. Jedno sa odkazuje do kolekcie *rules* na pravidlo, ktoré bolo použité na vytvorenie poznámky. Druhé referencuje použité and-pravidlo v kolekcií *and_rules*. Toto pole môže byť prázdne, ak sa and-pravidlo pri vytváraní poznámky nepoužilo. Na obrázku 14 Model kolekcie notes je vyobrazený model kolekcie *notes*.

| Pole | Typ |
|-----------------|----------|
| _id | ObjectId |
| text | String |
| rule_ref_id | ObjectId |
| and_rule_ref_id | ObjectId |
| created_at | DateTime |
| updated_at | DateTime |

Obr. 14: Model kolekcie notes

4.1.3 Kolekcia sentences

V nasledujúcej kolekcií *sentences* sa ukladajú spracované vety aj s informáciami o článku, pravidlách a poznámke.

Kolekcia sa skladá z textového polia *text* uchovávajúce hodnotu vety a piatich referencujúcich polí *article_ref_id*, *structure_ref_id*, *rule_id*, *rule_ref_id*, and *_rule_ref_id* a *note_id*. *Article_ref_id* odkazuje na článok z kolekcie *articles*, ktorého súčasťou je daná veta. Pole *structure_ref_id* odkazuje do kolekcie *structures*, ktoré reprezentuje štruktúru vety. Nasledujúce polia *rule_ref_id* a *and_rule_ref_id* odkazujú na použité pravidlo a and-pravidlo pri spracovávaní vety, v tomto poradí. Pole *note_ref_id* odkazuje na poznámku z kolekcie *notes*, ktorá bola vytvorená z vety.

Model tejto kolekcie je načrtnutý na obrázku 15 Model kolekcie sentences.

| Pole | Typ |
|-------------------------|----------|
| <i>_id</i> | ObjectId |
| <i>text</i> | String |
| <i>article_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>structure_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>rule_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>and_rule_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>note_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>created_at</i> | DateTime |
| <i>updated_at</i> | DateTime |

Obr. 15: Model kolekcie sentences

4.1.4 Kolekcia structures

V kolekcií *structures* sú uložené štruktúry viet a pravidiel. Štruktúra je zložená hlavne zo závislostí, tokenov, názvoslovných značiek, indexov a iné.

Kolekcia sa skladá z jedného pola *structure_data*. Toto pole je zoznam dokumentov, obsahujúcich vyššie spomenuté údaje. Dokument v tomto zozname

obsahuje textové pole *relation_name* s názvom vzťahu závislosti a zoznam dokumentov závislostí *dependencies* s týmto názvom vzťahu. Dokument v zozname *dependencies* sa skladá z polí *governor* a *dependent* typu dokument, celočíselného pola *position* uchovávajúceho pozíciu závislosti vo vete alebo poznámke, *comparison_type*, ktoré je celočíselnou reprezentáciou typu porovnania a pola *token_type*, ktoré je taktiež celočíselnou reprezentáciou typu tokenu. Dokumenty polí *governor* a *dependent* obsahujú údaje o prislúchajúcich tokenoch závislosti. V textovom poli *POS* sa ukladá značka slovného druhu, pole *index* uchováva index tokenu vo vete, *ner* je textové pole reprezentujúce názvoslovnú entitu tokenu a v poli *lemma* je textová reprezentácia lemy tokenu.

Celý model kolekcie je zobrazený na obrázku 16 Model kolekcie structures.

| Pole | Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|------|-----|----------------------------|--|---------------------------|--|------------------|--------|-----------------------|--|------------------|--------|--------------------|--------|------------------------|--|------------------|--------|--------------------|--------|------------------------|--|------------------|--------|--------------------|--------|-----------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------------|---------|-----------------------|---------|------------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|
| <code>_id</code> | ObjectId | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>structure_data</code> | Array of Documents <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>relation_name</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>dependencies</code></td><td> Array of Documents <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>governor</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>dependent</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>position</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>comparison_type</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>token_type</code></td><td>Integer</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>created_at</code></td><td>DateTime</td></tr> <tr> <td><code>updated_at</code></td><td>DateTime</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>relation_name</code> | String | <code>dependencies</code> | Array of Documents <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>governor</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>dependent</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>position</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>comparison_type</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>token_type</code></td><td>Integer</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>governor</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | <code>dependent</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | <code>position</code> | Integer | <code>comparison_type</code> | Integer | <code>token_type</code> | Integer | <code>created_at</code> | DateTime | <code>updated_at</code> | DateTime |
| Pole | Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>relation_name</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>dependencies</code> | Array of Documents <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>governor</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>dependent</code></td><td> Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> </td></tr> <tr> <td><code>position</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>comparison_type</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>token_type</code></td><td>Integer</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>governor</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | <code>dependent</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | <code>position</code> | Integer | <code>comparison_type</code> | Integer | <code>token_type</code> | Integer | | | | | | | | | | |
| Pole | Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>governor</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pole | Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>POS</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>index</code> | Integer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>ner</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>lemma</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>dependent</code> | Document <table> <tr> <th>Pole</th><th>Typ</th></tr> <tr> <td><code>POS</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>index</code></td><td>Integer</td></tr> <tr> <td><code>ner</code></td><td>String</td></tr> <tr> <td><code>lemma</code></td><td>String</td></tr> </table> | Pole | Typ | <code>POS</code> | String | <code>index</code> | Integer | <code>ner</code> | String | <code>lemma</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pole | Typ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>POS</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>index</code> | Integer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>ner</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>lemma</code> | String | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>position</code> | Integer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>comparison_type</code> | Integer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>token_type</code> | Integer | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>created_at</code> | DateTime | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <code>updated_at</code> | DateTime | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Obr. 16: Model kolekcie structures

4.1.5 Kolekcia rules

Rules je kolekcia, do ktorej sa ukladajú pravidla na vytvorenie poznámok z viet. Vďaka databázovému modelu na obrázku 12 Databázový model a prepojeniam medzi kolekciami je táto kolekcia minimalistická.

Skladá sa z dvoch polí. Pole *sentence_terminators* je zoznam čísel, ktoré reprezentujú konce viet v poznámke. Referencujúce pole *structure_ref_id* odkazuje do kolekcie *structures* na štruktúru, ktorou sa má prípadná veta spracovať. Model kolekcie *rules* je vyjadrený obrázkom 17 Model kolekcie rules.

Pole *sentence_terminators* zväčša obsahuje jeden záznam. Napríklad pri vete „*The president of the Slovak Republic is andrej Kiska.*” a poznámke z tejto vety v tvare „*President is Kiska.*” bude obsahovať jeden záznam: 3. Číslo 3 preto, lebo koniec vety, v tomto prípade bodka, sa nachádza na tretej pozícii spomedzi tokenov vo vete. Číslovanie pozícií začína m nula. V prípade ak veta je súvetie, zložené z viacerých jednoduchých viet, môže pole *sentence_terminators* obsahovať viacero záznamov, ak napríklad chceme z každej jednoduchej vety súvetia získať zjednodušenú vetu a vytvoriť tak zloženú poznámku, skladajúcu sa zo zjednodušených viet.

| Pole | Typ |
|-----------------------------|-------------------|
| <i>_id</i> | ObjectId |
| <i>sentence_terminators</i> | Array of Integers |
| <i>structure_ref_id</i> | ObjectId |
| <i>created_at</i> | DateTime |
| <i>updated_at</i> | DateTime |

Obr. 17: Model kolekcie rules

4.1.6 Kolekcia and rules

Posledná kolekcia uchováva pravidlá pre spracovanie vety a vytvorenie viacnásobnej poznámky z vety. Táto kolekcia je veľmi podobná kolekcií *rules* a obsahuje rovnaké polia doplnené o ďalšie špecifické pole.

Špecifické pole, o ktoré je kolekcia rozšírená oproti kolekcii *rules* je celočíselné pole *set_position*. Toto pole uchováva pozíciu množiny v viacnásobnej poznámke. Model kolekcie je vyobrazený na obrázku 18 Model kolekcie and rules.

| Pole | Typ |
|----------------------|-------------------|
| _id | ObjectId |
| sentence_terminators | Array of Integers |
| set_position | Integer |
| structure_ref_id | ObjectId |
| created_at | DateTime |
| updated_at | DateTime |

Obr. 18: *Model kolekcie and rules*

4.1.7 Zhrnutie

Pri návrhu databázového modelu a kolekcii sme vychádzali z princípu jednoduchých kolekcii so zoskupením súvisiacich dát a oddelenia ich od zvyšku. Vďaka využívaniu viacerých, medzi sebou prepojených, kolekcii sme zabezpečili neduplikovanie dát, jednoduché vyhľadanie napríklad viet ku článku a iné. Okrem toho nám tento model umožňuje ďalšiu funkcionálnosť, ako napríklad aplikovanie jedného pravidla na viacero viet so zhodnou štruktúrou. Oddelenie dát do samostatných štruktúr nám uľahčuje aj prípadne neskoršie rozšírenie databázového modelu alebo zmenu konkrétnych štruktúr. Taktiež uľahčuje prípadné klastrovanie databázy, ak by bolo nutné, keďže každá kolekcia by mohla byť na samostatnom serveri.

4.2 Tvorba poznámok

Pri spracovávaní viet potrebujeme extrahovať dôležité a konkrétne informácie, v našom prípade slová, a z extrahovaných informácií vytvoriť poznámku. Poznámka bude zložená výhradne zo slov obsiahnutých vo vete, z ktorej bola vytvorená. Tým zabezpečíme, že poznámka nebude obsahovať irelevantné informácie z hľadiska

vety.

Spracovávané vety sa môžu opakovať, a preto je dôležité, aby sa rovnaké a podobné vety spracovali vždy rovnakým spôsobom. Pre tento účel je vhodné si definovať pravidlo (viď. 4.2.1 Pravidlo na spracovanie), ktoré bude určovať, ako sa má daná veta spracovať. Aplikovaním pravidla na vetu vytvoríme poznámku. Používateľ musí mať možnosť interaktívne upraviť poznámku, a tým pádom aj pravidlo, ktoré bolo použité na vytvorenie danej poznámky, v takom rozsahu, aby sa vytvorená poznámka zmenila podľa vykonaných zmien. Zmeny v pravidle sa musia prejavíť aj pri nasledujúcom aplikovaní pravidla na rovnakú alebo podobnú vetu. Používateľovi to poskytne kontrolou nad spôsobom, akým sa vytvárajú poznámky a bude si ich vedieť personalizovať.

4.2.1 Pravidlo na spracovanie

Pravidlo na spracovanie určuje, ktorá slová sú relevantné a majú byť použité v poznámke. V časti 4.2.2 Určenie relevantných informácií je podrobnejšie opísaný proces určenia relevantných informácií, slov. Okrem určenia relevantnosti slov pravidlo taktiež určuje, na ktorej pozícii sa má konkrétne slovo vo výslednej poznámke nachádzať. Výsledná poznámka sa nemusí skladať iba z jednej vety. Môže pozostávať z ľubovoľného počtu viet. Počet viet, z ktorých bude poznámka pozostávať a miesta, na ktorých má byť pôvodná poznámka rozdelená na vety určuje pravidlo.

Skladá sa primárne zo závislostí slov, ktoré sa majú nachádzať v poznámke. Pomocou závislosti vieme jednoznačne identifikovať a extrahovať konkrétne slovo z vety a pridať ho do poznámky. Okrem závislostí obsahuje aj informácie o pozícii závislostí alebo type tokenu, ktorého slovo sa ma následne pridať do poznámky a informácie o tokenoch závislostí. Pre nadradený aj podradený token pravidlo obsahuje dáta o slove korešpondujúcom s daným tokenom. Sú to značka slovného druhu, index slova vo vete, názvoslovná entita a lema tvar.

Pravidlo je aplikovateľné nie len na totožné vety, ale na vety s rovnakou štruktúrou a je nezávislé od obsahovej časti vety.

4.2.2 Určenie relevantných informácií

Určenie relevantnosti informácií hlavne pri učebných textoch a poznámkach je subjektívna vec. Informáciu, ktorú niekto považuje za relevantnú môže byť pre iného irelevantná. Relevantnosť informácií preto určuje používateľ pomocou vytvárania nových a úpravy existujúcich pravidiel cez spracovávanie článkov a viet a úprave vytvorených poznámok. Tým si používateľ prispôsobuje tvorbu poznámok, aby zodpovedala jeho predstave relevantnosti a celkovo tvorbe poznámok. Na tento účel mu systém ponúka interaktívne a intuitívne rozhranie.

4.3 Použitie závislostí pri tvorbe poznámok

Závislosti majú viacero využití pri tvorbe poznámok.

- Jednoznačná identifikácia slova...

- Vytvorenie pravidla, ktoré je aplikovateľné na základe štruktúry..

- Menší počet potrebných pravidiel..

5 Implementácia

dummy text..

5.1 Manažment dát

Pre vytvorenie poznámky z vety potrebujeme hlavne vetu a pravidlo, ktoré sa na vetu aplikuje. Aby sa vytvorila zodpovedajúca poznámka z vety, je nutné použiť vhodné pravidlo. Ak spracovávame doposiaľ nespracovanú vetu, je potrebné nájsť vhodné pravidlo na základe podobnosti spracovávanej vety so spracovanými vetami. Pri extrakcii informácií z vety dané pravidlom, s cieľom vytvorenia poznámky sa musia vybrať správne informácie. Extrakcia musí fungovať pri udržaní dostatočnej všeobecnosti, aby sa dané pravidlo dalo aplikovať na viacero viet s rovnakou štruktúrou, ale odlišným obsahom.

5.1.1 Vyhľadanie pravidla

Pri spracovávaní vety, pred vytvorením poznámky, aplikovateľné pravidlo musí byť vyhľadané v databáze. Vyhľadá sa v databáze veta, ktorej štruktúra korešponduje so štruktúrou spracovávanej vety. Štruktúry oboch alebo viacerých viet musia obsahovať rovnakú množinu závislostí. To znamená rovnaký počet záznamov a záznamy s rovnakými názvami vzťahov závislostí v *zozname dát štruktúry*.

Podobná alebo zhodná veta je vyhľadaná, ak hlavná podmienka je splnená. Avšak, splnenie tejto podmienky nezaručí vyhľadanie len jednej, najpodobnejšej vety, ale môže vyhľadať viacero viet. V takom prípade sa vypočíta zhoda viet. Po určení zhody sa extrahuje pravidlo vety, s ktorou má spracovávaná veta najväčšiu zhodu.

Výpočet zhody viet

Zhoda viet pozostáva z troch častí:

- štruktúrálna zhoda,
- obsahová zhoda,
- hodnotová zhoda.

Štruktúrálna zhoda odzrkadľuje percentuálnu zhodu dvoch štruktúr. Pri tejto zhode zisťujeme, či štruktúry obsahujú závislosti s nadradenými značkami slovných druhov a ich konkrétny počet. Štruktúrálna zhoda znamená, že vety „*The president of the Slovak Republic is Andrej Kiska.*” a „*Andrej Kiska is the president of the Slovak Republic.*”, ale aj „*Miloš Zeman is the president of the Czech Republic.*” majú rovnakú štruktúru, bez ohľadu na hodnoty a pozície slov vo vete, pokiaľ obsahujú také iste závislosti s rovnakými nadradenými značkami slovných druhov. Definícia nadradenej značky slovného druhu je v časti Nadradená značka slovného druhu na strane 38. Určenie štruktúrálnej zhody pozostáva z niekoľkých krokov. Najskôr sa separátne počíta zhoda nadradených značiek slovných druhov nadradeného a podradeného tokenu. Týmto krokmi sa určí, či veta obsahuje ľubovoľnú závislosť s rovnakou nadradenou značkou slovného druhu na ľubovoľnom tokene. V nasledujúcom kroku sa určí úplná zhoda závislosti s nadradenými značkami slovných druhov, to znamená zistenie, či veta obsahuje ľubovoľnú závislosť s konkrétnymi značkami slovných druhov na nadradenom a zároveň podradenom tokene. V poslednom kroku sa zisťuje zhoda počtu závislostí s rovnakými nadradenými značkami slovných druhov u nadradeného a podradeného tokenu.

Obsahová zhoda zodpovedá percentuálnej zhode obsahu dvoch viet. Kontrolujú sa indexy slov, konkrétne značky slovných druhov a názvoslovné entity. Pri obsahovej zhode majú vety „*The president of the Slovak Republic is Andrej Kiska.*” a „*The president of the Czech Republic is Miloš Zeman.*” obsahovú zhodu, bez ohľadu na konkrétne slova na pozíciách vo vete, ak obsahujú rovnaké značky slovných druhov a reprezentujú ich zhodné názvoslovné entity. Výpočet obsahovej zhody sa skladá z viacerých krokov. Začína sa výpočtom zhôd značiek slovných druhov podradeného a nadradeného tokenu. Zhody indexov nadradeného a podradeného tokenu su taktiež vypočítané separátne. Tak isto sa vypočítajú zhody aj názvoslovných entít. Tieto prvé kroky určujú, či veta obsahuje ľubovoľnú závislosť s rovnakou značkou slovného druhu alebo indexom a ľubovoľnú závislosť s rovnakou názvoslovnou entitou. V nasledujúcom kroku je určená polovičná zhoda závislostí. Polovičná zhoda závislosti je zhoda značky slovného druhu a indexu nadradeného alebo podradeného tokenu. Polovičná zhoda sa vypočíta rovnako aj pre názvoslovné entity. Nakoniec, v poslednom kroku, počítame počet úplne

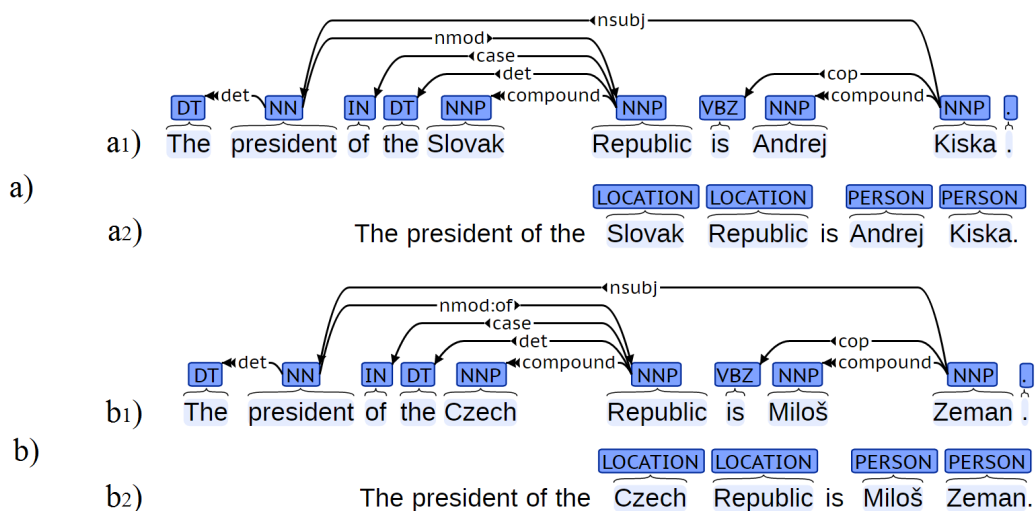
zhodných závislostí. Úplná zhoda závislosti je zhoda značky slovného druhu a indexu nadradeného, a zároveň podradeného tokenu. Tak isto sa vypočíta úplná zhoda závislostí aj pre názvoslovné entity.

Posledná časť zhody, hodnotová zhoda, reprezentuje úplnú zhodu dvoch viet. Veta má hodnotovú zhodu len s totožnou vetou.

Každý krok, pri výpočte všetkých častí zhody, má priradené ohodnotenie. Ak je podmienka v kroku vyhodnotená ako správna, ohodnotenie kroku je pripočítané do finálnej hodnoty. Finálna zhoda je percentuálne ohodnotenie zhody. Ohodnotenie krokov odzrkadľuje dôležitosť daného kroku vo výpočte presnej zhody, pričom závisí od počtu závislostí a krokov, tak že finálna zhoda nemôže presiahnuť hodnotu 100%. Pseudokód 1 Výpočet zhody viet zobrazuje algoritmus výpočtu zhody, konkrétny príklad je zobrazený na obrázku 19 Príklad určenia zhody viet

Algoritmus 1 Výpočet zhody viet

```
1: procedure VYPOCETZHODYVIET(spracovávanáVeta, zavislostiPorovnávanejVety)
2:   vypočítaj ohodnotenia krokov
3:   for all závislosti porovnávanej vety do
4:     for all závislosti spracovávanej vety do
5:       for all porovnaní do
6:         if aplikujPorovnanie(spracovávanáVeta, porovnanie, závislosť) then
7:           do zhody na type porovnaní pripočítaj ohodnotenie kroku
   return zhoda
```



Obr. 19: Príklad určenia zhody viet

Predpokladajme situáciu z obrázka 19 Príklad určenia zhody viet. V databáze máme uloženú spracovanú vetu *a* aj s pravidlom pre túto vetu. Spracovávame vetu *b*. Na časti *a1* obrázka 19 Príklad určenia zhody viet sú znázornené závislosti a na časti *a2* názvoslovné entity vety *a*. Na časti *b1* sú znázornené závislosti a na časti *b2* názvoslovné entity vety *b*. V tejto situácii potrebujeme vypočítať zhodu medzi vetami *a* a *b*.

Pri štruktúrálnej časti zhody sa prechádza cez všetky závislosti vety *a*. Prvá závislosť je závislosť so vzťahom *DET* a nadradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu *NN* a podradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu *DT*. V prvom kroku sa pozrie, či veta *b* obsahuje ľubovoľnú závislosť s nadradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu *DT*. V ďalšom kroku, sa zistí, či veta *b* obsahuje ľubovoľnú závislosť s nadradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu *NN*. Môže to byť aj iná závislosť, ako tá z prvého kroku. Pokračuje sa zistením úplnej zhody závislosti. Určí sa, či veta *b* obsahuje ľubovoľnú závislosť s podradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu práve *DT* a zároveň s nadradeným tokenom s nadradenou značkou slovného druhu *NN*. Takto sa iteruje cez všetky závislosti vety *a*. Na záver sa určí zhoda počtu závislostí

s rovnakou štruktúrou. Napríklad veta *a* obsahuje práve dve závislosti, ktoré majú na podradenom tokene nadradenú značku slového druhu *DT* a na nadradenom tokene nadradenú značku slovného druhu *NN*. Zistí sa, či aj veta *b* obsahuje práve dve takéto závislosti.

Prvá závislosť vo vete *b* je so vzťahom *det*, nadradeným tokenom so značkou slovného druhu *NN* a indexom 1 a podradeným tokenom so značkou slovného druhu *DT* a indexom 0. Token slova *Slovak* má názvoslovnú entity typu *LOCATION* - *lokácia*. Ak slovo nemá vyobrazený typ názvoslovnej entity, znamená to, že má názvoslovnú entity typu *OTHER* - *ostatné*. V prvok kroku pri určovaní obsahovej časti zhody zisťujeme, či veta *b* obsahuje závislosť so vzťahom *det* a tokenmi so značkou slovného druhu *NN* alebo *DT* a indexmi rovnými 0 alebo 1. Toto je separátny výpočet značiek slovných druhov a indexov. V tomto isto kroku sa tiež pozrie, či veta *b* obsahuje ľubovoľnú závislosť s podradeným tokenom s názvoslovnou entitou typu *ostatné* (názvoslovná entita tokenu *THE* vo vete *a*) a ľubovoľnú závislosť s nadradeným tokenom s názvoslovnou entitou typu *ostatné* (názvoslovná entita tokenu *president* vo vete *a*). V nasledujúcom kroku zisťujeme, či veta *b* obsahuje závislosť so vzťahom *det* a nadradeným alebo podradeným tokenom so značkou slovného druhu *NN* a indexom 1 alebo značkou slovného druhu *DT* a indexom 0. Toto je polovičná zhoda. V poslednom kroku hľadáme vo vete *b* závislosť so vzťahom *det* a nadradeným tokenom práve so značkou slovného druhu *NN* a indexom 1 a zároveň podradeným tokenom práve so značkou slovného druhu *DT* a indexom 0. Zároveň v tomto kroku sa zisťuje, či veta *b* obsahuje závislosť s podradeným tokenom s názvoslovnou entitou typu *ostatné* a zároveň s nadradeným tokenom s názvoslovnou entitou typu *ostatné*. Iterácia pokračuje s nasledujúcou závislosťou, pokiaľ sa nevyhodnotia všetky.

Pri určení hodnotovej časti zhody sa porovnávajú texty „*The president of the Slovak Republic is Andrej Kiska.*” a „*The president of the Czech Republic is Miloš Zeman.*” a určí sa, či su zhodné.

Aplikovaním určenia zhody viet medzi vetami *a* a *b* zistíme, že veta *b* má štruktúrálnu časť zhody s vetou *a* 100%. Tak isto má obsahovú časť zhody rovnú

100%. Hodnotová časť zhody je 0%.

Nadradená značka slovného druhu

Pod nadradenou značkou slovného druhu sa chápe značka slovného druhu zoskupujúca množinu značiek slovných druhov, do ktorej značka slovného druhu patrí.

Napríklad značka slovného druhu VBD (Verb, past tense - sloveso v minulom čase) patrí medzi skupinu značiek slovných druhov sloviess {VB, VBD, VBG, VBN, VBP, VBZ}. Z toho vyplýva, že nadradená značka slovného druhu VBD je VB (Verb - sloveso).

5.1.2 Aplikovanie pravidla

Procesom vyhľadania pravidla (viď. 5.1.1 Vyhľadanie pravidla) sme získali pravidlo na spracovanie vety. Aplikáciou pravidla na vetu vytvoríme poznámku.

Proces aplikovania pravidla na vetu s cieľom vytvorenia poznámky má viacero krokov. Pre všetky závislosti zo zoznamu *dát štruktúry* pravidla, príslušná závislosť je vyhľadaná v spracovávanej vete. Pri vyhľadávaní príslušnej závislosti sa závislosti neporovnávajú, okrem iného, na základe značiek slovných druhov svojich tokenov, ale podľa nadradených značiek slovných druhov (viď. Nadradená značka slovného druhu na strane 38) svojich tokenov. Tento spôsob vyhľadávania nám umožňuje [BLA BLA, blízke opísané v BLA BLA]. Avšak, môže to spôsobiť vyhľadanie viac ako jednej príslušnej závislosti. Preto musí byť vypočítaná zhoda závislostí (viď. Výpočet zhody závislostí na strane 40). Po vypočítaní zhody závislostí a získanie závislosti s najväčšou zhodou, slovo korešpondujúce s tokenom, ktorý sa ma z danej závislosti vybrať, sa pridá do poznámky na pozíciu pozície závislosti. Po spracovaní všetkých závislostí, posledné minoritné úpravy sú vykonané nad poznámkou, ako rozdelenie na viacero viet, ak tak určovalo pravidlo, kapitalizácia prvých písmen viet poznámky a iné. Pseudokód aplikovania pravidla na vetu s cieľom vytvoriť poznámku je zobrazený na algoritme 2.

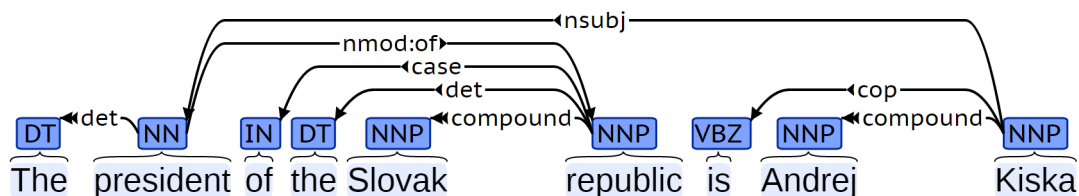
Pre vetu „*The president of the Slovak republic is Andrej Kiska.*” nám nástroj Stanford CoreNLP poskytne závislosti vyobrazené na obrázku 20 Závislostí jednoduchej vety. Ak na túto vetu aplikujeme pravidlo so štruktúrou v tvare zobrazenej

Algoritmus 2 Aplikovanie pravidla

```
1: procedure APPLYRULE(sentence, rule)
2:   note  $\leftarrow$  new Note
3:   for all ruleDependencies do
4:     dependency  $\leftarrow$  findDependency(sentence, ruleDependency)
5:     if isFound(dependency) then
6:       add(note, getDependent(dependency))
7:       if isNominalSubject(relation(dependency)) then
8:         add(note, getGovernor(dependency))
9:   splitToSentences(note, sentencesEnds(rule))
   return note
```

na obrázku 21 Príklad štruktúry pravidla, výsledná poznámka bude „*President is Kiska.*”.

Aplikovanie pravidla prebieha nasledovným spôsobom. Prechádzajú sa všetky závislosti v štruktúre pravidla. Prvá závislosť v štruktúre pravidla je závislosť so vzťahom *nsubj* na pozícií jedna a podradeným korešpondujúcim tokenom. Má podradený token so značkou slovného druhu *NN*, typom názvoslovnej entity *OTHER* - *ostatné*, lemov *President* a indexom dva. Nadradený token má značku slovného druhu *NNP*, názvoslovnú entitu *PERSON* - *osoba*, lemu *Kiska* a index deväť. Takáto závislosť sa vyhľadá v štruktúre vety medzi závislosťami na obrázku 20 Závislostí jednoduchkej vety. Ak pre danú závislosť vyhovuje viacero závislostí, pomocou výpočtu zhody závislostí vyberieme tú s najväčšou zhodou. V tomto prípade vidíme, že vyhovujúca závislosť je len jedna a to prvá závislosť *nsubj* medzi slovom na druhej pozícií *president* a posledným slovom, na deviatej pozícií *Kiska*. Z tejto závislosti sa zoberie podradený token, keďže tak určuje pravidlo v stĺpci *typ tokenu*. Slovo *president* sa pridá do poznámky na pozíciu jedna. Rovnakým spôsobom sa prechádzajú a spracujú všetky závislosti v štruktúre pravidla a podľa nich sa extrahuje slovo z vety a pridá do poznámky.



Obr. 20: Závislostí jednoduché vety

| Konce viet | Závislostí | | | | | | | | |
|------------|------------|---------|------------|------------|-----------|-----|--------|-----------|-------|
| 3 | Vzťah | Pozícia | Porovnanie | Typ tokenu | Tokeny | | | | |
| | nsubj | 1 | - | podradený | Typ | POS | NER | Lemma | Index |
| | | | | | nadradený | NNP | PERSON | Kiska | 9 |
| | | | | | podradený | NN | OTHER | President | 2 |
| | nsubj | 8 | - | nadradený | nadradený | NNP | PERSON | Kiska | 9 |
| | | | | | podradený | NN | OTHER | President | 2 |
| | cop | 6 | - | podradený | nadradený | NNP | PERSON | Kiska | 9 |
| | | | | | podradený | VBZ | OTHER | be | 7 |

Obr. 21: Príklad štruktúry pravidla

Výpočet zhody závislostí

Princíp výpočtu zhody závislostí je veľmi podobný s výpočtom zhody viet zo sekcie 5.1.1 Vyhľadanie pravidla. Porovnávajú sa vždy nadradené aj podradené tokeny. Porovnanie má niekoľko krokov. Začína sa s porovnaním značiek slovných druhov. Pokračuje sa názvoslovnou entitou, indexom, lemov a nakoniec sa porovnáva vzdialenosť pozícií tokenov vo vetách. Každý krok je príslušne ohodnotený a ak porovnanie bolo úspešné, ohodnotenie sa pripočíta k finálnej hodnote reprezentujúcej percentuálnej zhody závislostí.

5.1.3 Vytvorenie pravidla

Ak nám proces vyhľadania pravidla nevyhľadal žiadne pravidlo, znamená to, že sme doposiaľ nespracovávali takú istú alebo podobnú vetu. V tomto prípade sú použité statické pravidlá na spracovanie vety. Výstupom bude poznámka.

Zo závislostí pôvodnej vety a informácií o ich tokenoch sa vytvorí záznam o štruktúre pôvodnej vety. Tak isto sa vytvorí aj záznam o štruktúre poznámky. Z poznámky sa vytvorí záznam o novej poznámke a následne sa z nej vytvorí zoznam

koncov viet. Tento zoznam spolu so štruktúrou poznámky vytvorí záznam nového pravidla. Z pôvodnej vety sa vytvorí záznam o vete a prepojí sa so štruktúrou pôvodnej vety, článkom, ktorý obsahoval danú vetu a pravidlo, pravidlom, ktoré bolo vytvorené a použité a s poznámkou, ktorá vznikla z vety. Týmto vznikne nové pravidlo na spracovanie takej istej alebo podobnej vety ako sme práve spracovali.

6 Výsledky

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat.

6.1 Podčast'

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer possim assum. Typi non habent claritatem insitam; est usus legentis in iis qui facit eorum claritatem. Investigationes demonstraverunt lectores legere me lius quod ii legunt saepius. Claritas est etiam processus dynamicus, qui sequitur mutationem consuetudinum lectorum. Mirum est notare quam littera gothica, quam nunc putamus parum claram, anteposuerit litterarum formas humanitatis per seacula quarta decima et quinta decima. Eodem modo typi, qui nunc nobis videntur parum clari, fiant sollemnes in futurum.

7 Záver

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi sit amet arcu. Fusce pharetra dapibus elit. Duis malesuada. Proin at elit vitae quam cursus tristique. Quisque fermentum. Praesent dictum. Nullam vehicula. Nunc pharetra dolor ut velit. Sed pulvinar, est sed congue tempor, nibh arcu cursus enim, quis consequat magna lacus sed pede. In sagittis. Etiam volutpat, velit id tincidunt egestas, augue ligula auctor eros, sit amet viverra sapien tortor at odio. In diam libero, fringilla ut, adipiscing condimentum, ultricies at, dui. Phasellus vitae risus.

Pellentesque vulputate ante ut diam. Sed adipiscing malesuada odio. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nam a leo. Praesent velit. Aenean vehicula accumsan quam. Nulla dolor lorem, imperdiet a, ullamcorper hendrerit, ultrices at, urna. Integer placerat ligula id purus. Sed id nisl. Pellentesque tincidunt neque in lacus. In non quam et felis suscipit viverra.

Literatúra

- [1] James F. Allen. Natural language processing. In *Encyclopedia of Computer Science*, pages 1218–1222. John Wiley and Sons Ltd., Chichester, UK, 2003.
- [2] Akshar Bharati and Vineet Chaitanya. *Natural language processing: A Paninian perspective*. Prentice Hall of India, New Delhi, 2004.
- [3] Volha Bryl, Claudio Giuliano, Luciano Serafini, and Katerina Tymoshenko. Supporting natural language processing with background knowledge: Co-reference resolution case. In *9th International Semantic Web Conference (ISWC2010)*, November 2010.
- [4] Marie catherine De Marneffe and Christopher D. Manning. Stanford typed dependencies manual, 2008.
- [5] Ronan Collobert, Jason Weston, Léon Bottou, Michael Karlen, Koray Kavukcuoglu, and Pavel Kuksa. Natural language processing (almost) from scratch. *Journal of Machine Learning Research*, 12:2493–2537, 2011.
- [6] C. Gyorodi, R. Gyorodi, G. Pecherle, and A. Olah. A comparative study: Mongodb vs. mysql. In *Engineering of Modern Electric Systems (EMES), 2015 13th International Conference on*, pages 1–6, June 2015.
- [7] David Maier. *The Theory of Relational Databases*. Computer Science Press, 1983.
- [8] Ameya Nayak, Anil Poriya, and Dikshay Poojary. Article: Type of nosql databases and its comparison with relational databases. *International Journal of Applied Information Systems*, 5(4):16–19, March 2013. Published by Foundation of Computer Science, New York, USA.
- [9] Preeti and BrahmaleenKaurSidhu. Natural language processing. *Int.J.Computer Technology & Applications*, 2013.

A Zoznam vzťahov závislostí

V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené skratky vzťahov závislostí slov vo vete ako sa používajú v programe s celým názvom, vysvetlením, príkladom vety a použitím vzhľadom na príkladovú vetu.

| Skratka | Názov | Vysvetlenie | Príklad | Použitie |
|-----------|--------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| nsubj | Nominal subject | Menná fráza, ktorá je syntaktickým subjektom klauzuly. | Clinton defeated Dole. | nsubj(Clinton, defeated) |
| nsubjpass | Nominal subject passive | Menná fráza v pasívnom tvare, ktorá je syntaktickým subjektom klauzuly. | Dole was defeated by Clinton. | nsubjpass(Dole, defeated) |
| dobj | Direct object | Sloveso v mennej fráze označujúce entitu, nad ktorou sa koná akcia. | She gave me a raise. | dobj(gave, raise) |
| nummod | Numeric modifier | Číselný modifikátor podstatného mena. | Sam spent forty dollars. | nummod(forty, dollars) |
| nmod | Nominal modifier | Podstatné meno alebo menná fráza slúžiaca ako doplnok. | The Chair's office. | nmod(Chair, office) |
| amod | Adjectival modifier | Prídavné meno ako modifikátor podstatného mena. | Sam eats red meat. | amod(red, meat) |
| neg | Negation modifier | Negácia. | Bill is not a scientist | neg(not, scientist) |
| compound | Compound | Zloženie slov, ktoré spolu majú význam. | I have four thousand sheep. | compound(four, thousand) |
| aux | Auxiliary | Vedľajšie sloveso klauzuly. | Regan has died. | aux(has, died) |
| cop | Copula | Vzťah medzi sponovým slovesom (to be) a jeho doplnkom. | Bill is honest. | cop(is, honest) |
| conj | Conjunct | Spojenie rovnocenných slov. | Bill is big and honest. | conj(big, honest) |
| cc | Coordinating conjunction | Vzťah medzi spojkou a slovom, patríciim k nej. | Bill is big and honest. | cc(big, and) |
| dep | Unspecified dependency | Nešpecifikovaná závislosť. | | |
| root | Root | Koreň vety. V skutočnosti veta žiadne také slovo neobsahuje. | {ROOT} I love French fries. | root(ROOT, love) |

Obr. 22: Zoznam závislostí

B Legenda diagramov kolekcií

V priloženej tabuľke je legenda pre diagramy zobrazujúce štruktúru dát ukladaných v kolekciách v databáze.

| Pole | Popis |
|----------------------|--|
| _id | Generovaná identifikačná hodnota záznamu. |
| text | Spracovaný text alebo článok. |
| texts | Odkazy do kolekcie <i>texts</i> . |
| originalSentence | Znenie pôvodnej vety pred spracovaním. |
| note | Znenie novej vety po spracovaní. Zjednodušená veta – poznámka. |
| sentences | Odkazy do kolekcie <i>sentences</i> . |
| sentenceEnds | Pozície koncov viet v spracovávanej vete alebo súvetí. |
| originalDependencies | Štruktúra závislosti pôvodnej vety. |
| noteDependencies | Štruktúra závislosti zjednodušenej vety – poznámky. |
| dependencyName | Názov závislosti. |
| dependencies | Zoznam závislosti. |
| governor | Nadradený token. |
| dependent | Podradený token. |
| position | Pozícia závislosti v zozname všetkých závislosti vety. |
| POS | Značka slovného druhu |
| index | Index slova vety prislúchajúceho tokenu. |

Obr. 23: *Legenda diagramov kolekcií*