

UNIVERSITY OF LJUBLJANA
FACULTY OF COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE

Romana Grilj

**Performance comparison of open
source and commercial information
extraction tools**

MASTER'S THESIS
THE 2ND CYCLE MASTER'S STUDY PROGRAMME
COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE

SUPERVISOR: doc. dr. Slavko Žitnik
CO-SUPERVISOR: akad. prof. dr. Martin Krpan

Ljubljana, 2023

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Romana Grilj

**Primerjava uspešnosti odprtokodnih
in komercialnih orodij za luščenje
podatkov**

MAGISTRSKO DELO
MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM DRUGE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Slavko Žitnik
SOMENTOR: akad. prof. dr. Martin Krpan

Ljubljana, 2023

To delo je ponujeno pod licenco *Creative Commons Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 2.5 Slovenija* (ali novejšo različico). To pomeni, da se tako besedilo, slike, grafi in druge sestavine dela kot tudi rezultati diplomskega dela lahko prosto distribuirajo, reproducirajo, uporabljajo, priobčujejo javnosti in predelujejo, pod pogojem, da se jasno in vidno navede avtorja in naslov tega dela in da se v primeru spremembe, preoblikovanja ali uporabe tega dela v svojem delu, lahko distribuira predelava le pod licenco, ki je enaka tej. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani creativecommons.si ali na Inštitutu za intelektualno lastnino, Streliška 1, 1000 Ljubljana.



Izvorna koda diplomskega dela, njeni rezultati in v ta namen razvita programska oprema je ponujena pod licenco GNU General Public License, različica 3 (ali novejša). To pomeni, da se lahko prosto distribuira in/ali predeluje pod njenimi pogoji. Podrobnosti licence so dostopne na spletni strani <http://www.gnu.org/licenses/>.

ACKNOWLEDGMENTS

Worth mentioning in the acknowledgment is everyone who contributed to your thesis.

Romana Grilj, 2023

To all the flowers of this world.

*"The only reason for time is so that
everything doesn't happen at once."*

— Albert Einstein

Contents

Abstract

Povzetek

Razširjeni povzetek	i
I Kratek pregled sorodnih del	i
II Predlagana metoda	i
III Eksperimentalna evaluacija	i
IV Sklep	i
1 Uvod	1
2 Sklicevanje na besedilne konstrukte	3
3 Plovke: slike in tabele	5
3.1 Formati slik	5
4 Razno	9
4.1 Notacije	9
4.2 Lepe tabele in psevdokoda	9
5 Kaj pa literatura?	11
6 Opis funkcionalnosti	13
6.1 Prepoznavanje imenskih entitet	13
6.2 Analiza sentimenta	14

CONTENTS

6.3	Povzetek	15
6.4	Izveček besedne zveze	15
6.5	Klasifikacija besedila	16
6.6	Zaznava objektov	16
7	Dataseti	19
7.1	Kaj je dataset?	19
7.2	Uporabljeni dataseti	20
8	Sklepne ugotovitve	23
A	Title of the appendix 1	25

List of used acronmys

acronym	meaning
CA	classification accuracy
DBMS	database management system
SVM	support vector machine
...	...

Abstract

Title: Performance comparison of open source and commercial information extraction tools

This sample document presents an approach to typesetting your BSc thesis using L^AT_EX. A proper abstract should contain around 100 words which makes this one way too short. A good abstract contains: (1) a short description of the tackled problem, (2) a short description of your approach to solving the problem, and (3) (the most successful) result or contribution in your thesis.

Keywords

Data analysis, Information Retrieval, structural data, Web Mining

Povzetek

Naslov: Primerjava uspešnosti odprtokodnih in komercialnih orodij za luščenje podatkov

V vzorcu je predstavljen postopek priprave magistrskega dela z uporabo okolja L^AT_EX. Vaš povzetek mora sicer vsebovati približno 100 besed, ta tukaj je odločno prekratek. Dober povzetek vključuje: (1) kratek opis obravnavanega problema, (2) kratek opis vašega pristopa za reševanje tega problema in (3) (najbolj uspešen) rezultat ali prispevek magistrske naloge.

Ključne besede

analiza podatkov, ekstrakcija podatkov, strukturni podatki, spletno rudarjenje

Razširjeni povzetek

To je primer razširjenega povzetka v slovenščini, ki je obvezen za naloge pisane v angleščini. Razširjeni povzetek mora vsebovati vse glavne elemente dela napisanega v angleščini skupaj s kratkim uvodom in povzetkom glavnih elementov metode, glavnih eksperimentalnih rezultatov in glavnih ugotovitev. Razširjeni povzetek naj bo strukturiran v podpoglavja (spodaj je naveden le okvirni primer in je nezavezujoč). Čez palec navadno razširjeni povzetek nanese okoli 10 odstotkov obsega celotnega dela.

I Kratek pregled sorodnih del

II Predlagana metoda

III Eksperimentalna evaluacija

IV Sklep

poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst
poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst poljuben tekst

[illegible]

Chapter 1

Uvod

Datoteka `magistrska_naloga.tex` na kratko opisuje, kako se pisanja magistrskega dela lotimo z uporabo programskega pateka `LATEX`. V tem dokumentu bomo predstavili nekaj njegovih prednosti in hib. Kar se slednjih tiče, mi pride na misel ena sama. Ko se srečamo z njim, nam izgleda kot kislo jabolko, nismo prepričani, da bi želeli vanj ugrizniti. Lahko pa z njim pripravimo odličen zavitek ali pa pridemo na okus.

V Poglavju 1 bomo na hitro spoznali besedilne konstrukte kot so izreki, enačbe in dokazi. Naučili se bomo, kako se na njih sklicujemo. V Poglavju 2 se bomo srečali s sklicevanjem na besedilne konstrukte. Poglavje 3 bo predstavilo vključevanje plovk: slik in tabel. V Poglavju 5 se bomo srečali s sklicevanjem na literaturo. Sledil bo samo še zaključek.

Bodite pozorni, da se v glavni mapi nahajata še datoteki `declaration.tex` in `izjava.tex`. Ti datoteki se ločeno prevedeta, ju podpišete in oddate v referat ločeno od magistrske naloge.

Chapter 2

Sklicevanje na besedilne konstrukte

Matematična ali popolna indukcija je eno prvih orodij, ki jih spoznamo za dokazovanje trditev pri matematičnih predmetih.

Izrek 2.1 *Za vsako naravno število n velja*

$$n < 2^n. \tag{2.1}$$

Dokaz. Dokazovanje z indukcijo zahteva, da neenakost (2.1) najprej preverimo za najmanjše naravno število — 0. Res, ker je $0 < 1 = 2^0$, je neenačba (2.1) za $n = 0$ izpolnjena.

Sledi indukcijski korak. S predpostavko, da je neenakost (2.1) veljavna pri nekem naravnem številu n , je potrebno pokazati, da je ista neenakost v veljavi tudi pri njegovem nasledniku — naravnem številu $n + 1$. Izračun zapišemo s tremi vrsticami, ki jih končamo s piko, saj do del tega stavka:

$$n + 1 < 2^n + 1, \tag{2.2}$$

$$\leq 2^n + 2^n, \tag{2.3}$$

$$= 2^{n+1}.$$

Neenakost (2.2) je posledica indukcijske predpostavke, neenakost (2.3) pa enostavno dejstvo, da je za vsako naravno število n izraz 2^n vsaj tako velik kot 1. S tem je dokaz Izreka 2.1 zaključen. \square

Opazimo, da je \LaTeX številko izreka podredil številki poglavja.

Chapter 3

Plovke: slike in tabele

Slike in daljše tabele praviloma vključujemo v dokument kot plovke. Pozicija plovke v končnem izdelku ni pogojena s tekom besedila, temveč z izgledom strani. \LaTeX bo skušal plovko postaviti samostojno, praviloma na vrh strani, na kateri se na takšno plovko prvič sklicujemo. Pri tem pa bo na vsako stran končnega izdelka želel postaviti tudi sorazmerno velik del besedila. V skrajnem primeru, če imamo res preveč plovk, se bo odločil za stran popolnoma zapolnjeno s plovkami.

3.1 Formati slik

Bitne slike, vektorske slike, kakršnekoli slike, z \LaTeX om lahko vključimo vse. Slika 3.1 je v `.pdf` formatu. Pa res lahko vključimo slike katerihkoli formatov? Žal ne. Programski paket \LaTeX lahko uporabljamo v več dialektih. Ukaz `latex` ne mara vključenih slik v formatu Portable Document Format `.pdf`, ukaz `pdflatex` pa ne prebavi slik v Encapsulated Postscript Formatu `.eps`. Strnjeno v Tabeli 3.1.

Nasvet? Odločite se za uporabo ukaza `pdflatex`. Vaš izdelek bo brez vmesnih stopenj na voljo v `.pdf` formatu in ga lahko odnesete v vsako tiskarno. Če morate na vsak način vključiti sliko, ki jo imate v `.eps` formatu, jo vnaprej pretvorite v alternativni format, denimo `.pdf`.

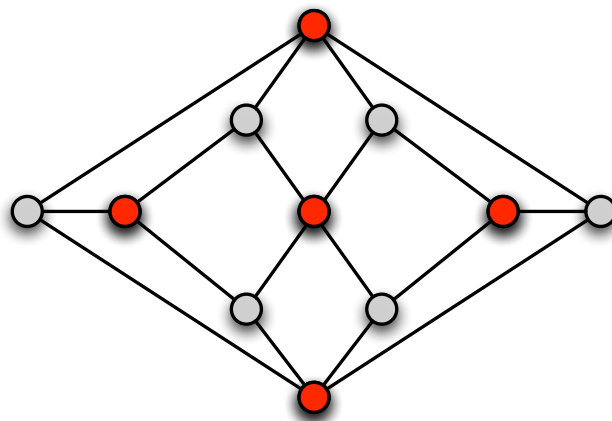


Figure 3.1: Herschelov graf, vektorska grafika.

Table 3.1

ukaz/format	.pdf	.eps	ostali formati
pdflatex	da	ne	da
latex	ne	da	da

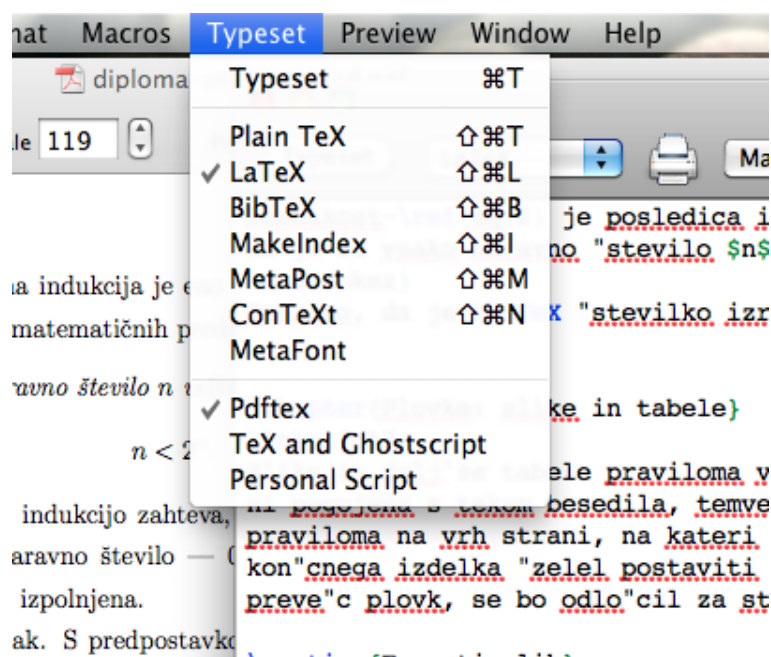


Figure 3.2: Kateri dialekt uporabljati?

Včasih se da v okolju za uporabo programskega paketa \LaTeX nastaviti na kakšen način bomo prebavljali vhodne dokumente. Spustni meni na Sliki 7.1 odkriva uporabo \LaTeX a v njegovi pdf inkarnaciji — `pdflatex`. Vključena Slika 7.1 je seveda bitna.

Chapter 4

Razno

4.1 Notacije

Za notacijo spremenljivk ter skalarjev uporabimo običajno notacijo, t.j., spremenljivka x in skalar a . Pri notaciji matrik ter vektorjev pa se poslužujemo krepega fonta. Torej, matrika \mathbf{A} ter vektor \mathbf{v} ,

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1q} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2q} \\ \vdots & & & \\ a_{p1} & a_{p2} & \dots & a_{pq} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{v} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_q \end{bmatrix}.$$

4.2 Lepe tabele in psevdokoda

Psevdokoda 1 prikazuje primer delovanja genetskega algoritma, medtem ko Tabela 4.1 prikazuje primer lepe tabele brez vertikalnih črt.

Table 4.1: Primer enostavne tabele.

Ime	Vrednost	Opis
a	0.03	skalar
x	-1	spremenljivka

Algorithm 1 Psevdokoda genetskega algoritma

```
1:  $t \leftarrow 0$ 
2:  $InitPopulation[P(t)] \leftarrow$  inicializiraj populacijo
3:  $EvalPopulation[P(t)] \leftarrow$  evaluiraj populacijo
4: repeat
5:    $P'(t) \leftarrow Variation[P(t)] \leftarrow$  generiraj novo populacijo
6:    $EvalPopulation[P'(t)] \leftarrow$  evaluiraj novo populacijo
7:    $P(t+1) \leftarrow ApplyGeneticOperators[P'(t) \in Q]$ 
8:    $t \leftarrow t + 1$ 
9: until prekinitev
10: if rezultat dovolj dober then
11:   shrani rezultat
12: end if
```

Chapter 5

Kaj pa literatura?

Kot smo omenili že v uvodu, je pravi način za citiranje literature uporaba `BIBTEX`a [4]. Programski paket `LATEX` je prvotno predstavljen v priročniku [3] in je v resnici nadgradnja sistema `TEX` avtorja Donalda Knutha, znanega po denimo, če izpustim njegovo umetnost programiranja, Knuth-Bendixovem algoritmu [2].

Vsem raziskovalcem s področja računalništva pa svetujem v branje mnenje L. Fortnowa [1].

Chapter 6

Opis funkcionalnosti

6.1 Prepoznavanje imenskih entitet

Prepoznavanje imenskih entitet je tehnika v področju obdelave naravnega jezika (NLP), ki se uporablja za prepoznavanje in klasifikacijo posebnih vrst besed v besedilu. Te posebne vrste besed so imenovane entitete, kot so imena oseb, organizacij, lokacij, datumov, števil, denarnih zneskov in drugih specifičnih poimenovanj.

Cilj NER je prepoznati in določiti začetek in konec posameznih entitet v besedilu ter jim pripisati ustrezno kategorijo. Na primer, v stavek "Janez Novak je rojen 10. avgusta 1985 v Ljubljani" bi NER sistem prepoznal "Janez Novak" kot ime osebe, "10. avgust 1985" kot datum in "Ljubljana" kot lokacijo.

NER ima številne praktične uporabe, kot so:

1. Avtomatsko označevanje imenskih entitet v novicah, člankih in drugih besedilnih vsebinah.
2. Razumevanje strukture in vsebine dokumentov za informacijsko iskanje in kategorizacijo.
3. Pomoč pri analizi sentimenta, kjer se želimo razumeti, kako se osebe, organizacije ali druge entitete omenjene v besedilu nanašajo na določeno

temo ali izdelek.

Metode prepoznavanja imenskih entitet se razvijajo in izpopolnjujejo s pomočjo strojnega učenja in naprednih algoritmov obdelave jezika. Ti sistemi so lahko zelo koristni pri obvladovanju in razumevanju velikih količin besedil, kar ima širok spekter uporabe v različnih industrijskih panogah.

6.2 Analiza sentimenta

Analiza sentimenta se nanaša na proces določanja čustvenega odziva, nagnjenosti ali stališča zapisanega besedila. Cilj analize sentimenta je ugotoviti, ali je določeno besedilo pozitivno, negativno ali nevtrarno. To je lahko koristno pri analizi mnenj strank, razumevanju čustvenega odziva na izdelke, blagovne znamke, dogodke itd. Na primer, če imamo naslednji stavek: "Ta film je fantastičen, vreden ogleda!", bi analiza sentimenta prepoznala, da je izraz pozitiven. Ta analiza temelji na uporabi naravnojezikovnega procesiranja (NLP) in strojnega učenja. Obstaja več pristopov k analizi sentimenta, vključno z naslednjimi:

1. **Pravilni pristopi:** Uporabljajo se predvsem pravila in vzorci za identifikacijo pozitivnih in negativnih izrazov v besedilu. Na primer, besede, kot so "dobro", "fantastično", "radostno" itd., bi bile označene kot pozitivne, medtem ko bi bile besede, kot so "slabo", "žalostno", "neznosno" itd., označene kot negativne.
2. **Strojno učenje na podlagi besedila:** Ta pristop vključuje uporabo algoritmov strojnega učenja, ki so naučeni prepoznati čustveni naboj besed v besedilu na podlagi velikega števila označenih podatkov (besedil s čustvenimi oznakami).
3. **Analiza sentimenta s čustvenimi slovarji:** Ta pristop vključuje uporabo slovarjev z besedami in izrazoslovjem, ki so povezani z določenimi čustvi. Besedilo se nato preveri in oceni glede na prisotnost pozitivnih ali negativnih besed iz čustvenih slovarjev.

4. Algoritmi globokega učenja: V zadnjem času so se pojavili tudi pristopi, ki temeljijo na globokem učenju.

6.3 Povzetek

Pri povzetku gre za postopek avtomatskega ustvarjanja krajšega in jedrnatega povzetka izdaljšega besedila, kot je članek ali dokument. Namen povzemanja je izluščiti ključne informacije in ideje iz izvirnega besedila ter jih predstaviti na bolj pregleden in krajši način. To je zelo koristno v velikih količinah podatkov, ko želimo hitro pridobiti bistvo informacij, ne da bi brali celotno besedilo.

NLP tehnike za povzemanje uporabljajo različne algoritme in metode, ki vključujejo strojno učenje in obdelavo naravnega jezika, da bi učinkovito izluščile ključne besede, stavke ali odstavke, ki predstavljajo osrednje ideje v izvirnem besedilu. Rezultat je običajno kratek povzetek, ki ohranja pomembne informacije iz izvirnega besedila. Ta tehnologija ima širok spekter uporab, kot so samodejno povzemanje novic, generiranje opisov izdelkov, izdelava povzetkov raziskovalnih člankov in še veliko več.

6.4 Izvleček besedne zveze

Nanaša se na besede ali izraze, ki so najpomembnejši ali najbolj značilni za določeno besedilo ali dokument. Te besede so običajno tiste, ki nosijo ključne informacije ali so bistvene za razumevanje vsebine.

Identifikacija ključnih besed je pomembna naloga, saj nam omogoča, da hitro ugotovimo, o čem govori določen tekst. Te besede so lahko uporabne tudi za avtomatsko indeksiranje dokumentov, iskanje relevantnih informacij in razumevanje teme besedila brez potrebe po branju celotnega besedila.

6.5 Klasifikacija besedila

Klasifikacija besedil je postopek, pri katerem avtomatizirano določimo kategorijo ali razred določenega besedila na podlagi vsebine besedila. To je lahko zelo uporabno, saj nam omogoča razvrščanje besedil v različne skupine glede na njihovo vsebino. Na primer, lahko klasificiramo e-poštna sporočila kot "spam" ali "ne-spam", novice glede na tematiko, uporabniške komentarje glede na ton (pozitiven, negativen, nevtralen), itd.

Postopek klasifikacije besedil se običajno začne s pripravo in čiščenjem besedil. To vključuje odstranjevanje nepotrebnih znakov, šumnikov, posebnih znakov, pretvorbo vseh črk v male črke, lahko pa tudi odstranjevanje pogostih besed, ki nimajo velikega pomena za klasifikacijo (npr. "in", "ali", "je", "na", "s", itd.).

Nato se besedila predstavijo v obliki, ki jo lahko uporabimo za učenje modela. Pogosto se uporablja metoda imenovana "Bag-of-Words" (vreča besed), kjer se besedilo pretvori v nabor besed, ki se pojavljajo v njem, in število pojavitev teh besed. Ta postopek lahko ponazorimo s pomočjo vektorja.

Nato sledi faza učenja, kjer uporabimo različne metode strojnega učenja, kot so Naivni Bayes, Logistična regresija, podporne vektorje, globoke nevronske mreže itd. Za učenje uporabimo skupino že klasificiranih besedil, imenovano učna množica ali učni nabor. Model se nauči prepoznati vzorce in odnose med besedili ter pripadajočimi kategorijami.

Ko je model uspešno naučen, ga preizkusimo na novih, neznanih besedilih, ki niso bila uporabljena med učenjem. S pomočjo naučenih vzorcev in odnosov model oceni, v katero kategorijo spada posamezno neznano besedilo.

6.6 Zaznava objektov

Je tehnika, ki se uporablja za avtomatsko zaznavanje in identifikacijo objektov na digitalnih slikah ali video posnetkih. Namen te tehnike je, da računalnik prepozna in označi različne objekte v podobi ter jih loči od ozadja

ali drugih objektov.

Postopek objektnega zaznavanja običajno vključuje naslednje korake:

1. Zaznavanje: Računalnik preučuje sliko ali video posnetek in identificira regije, kjer bi se lahko nahajali objekti.
2. Lokalizacija: Po tem, ko so bile regije prepoznane, algoritem določi omejitveno okvirje (bounding boxes), ki natančno označujejo položaje in mejne točke objektov na sliki.
3. Klasifikacija: Ko so objekti omejeni z omejitvenimi okviri, računalnik analizira vsebino znotraj teh okvirov in jih razvrsti v različne kategorije (npr. avto, pes, zgradba, itd.).
4. Sledenje: V video posnetkih je lahko zaželeno, da algoritem sledi objektom skozi različne kadre in tako beleži njihovo gibanje.

Objektno zaznavanje se uporablja v številnih aplikacijah, kot so samovozeča vozila za zaznavanje drugih vozil in pešcev, nadzorne kamere za varnostne namene, prepoznavanje obrazov, identifikacija prometnih znakov, analiza medicinskih slik in še veliko drugega. Gre za enega ključnih elementov umetne inteligence, ki omogoča računalnikom, da "vidijo" in razumejo okolje okoli sebe.

Chapter 7

Dataseti

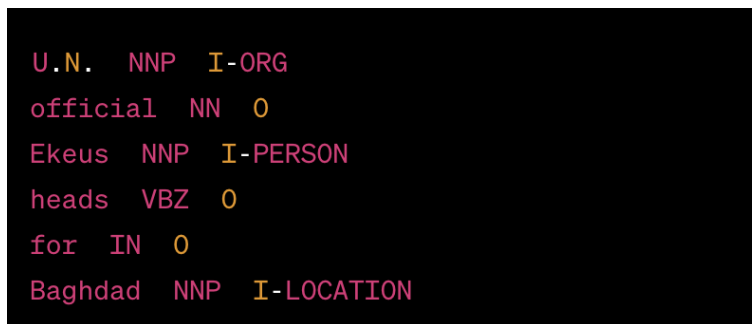
7.1 Kaj je dataset?

Dataset je zbirka podatkov, ki so organizirani in shranjeni v strukturirani ali ne-strukturirani obliki ter označeni za namen analize, raziskav, učenja modelov ali drugih postopkov obdelave podatkov. Dataseti vsebujejo različne vrste podatkov, od števil, besedil, slik, zvokov, videoposnetkov do drugih tipov informacij. V kontekstu računalniškega znanstvenega modeliranja in strojnega učenja so dataseti ključnega pomena, saj služijo kot osnova za razvoj, treniranje in evalvacijo modelov. Modeli se učijo na teh podatkih, tako da prepoznajo vzorce in povezave med vhodnimi podatki in ciljnim izhodi. Na primer, v naravnojezikovni obdelavi (NLP) dataset vsebuje besedilne podatke, ki so lahko članki, knjige, novinarski članki ali socialni mediji. Te podatke lahko uporabimo za različne naloge, kot je sentimentna analiza, klasifikacija tem, generiranje besedil itd. V poslovnem okolju se dataseti uporabljajo za analizo strank, trženjske kampanje, obdelavo naravnega jezika v storitvah za stranke in še veliko drugih aplikacij. Pomembno je, da so dataseti pravilno pripravljeni, imajo ustrezne metapodatke in so primerni za ciljno nalogo, da bi omogočili kakovostno analizo in doseganje uporabnih rezultatov.

7.2 Uporabljeni dataseti

7.2.1 CoNLL 2003

je zbirka podatkov, ki se uporablja za razvoj in evalvacijo sistemov za obdelavo naravnega jezika (NLP), zlasti za nalogo imenovanja imenovalnih entitet. Imenuje se po konferenci CoNLL (Conference on Computational Natural Language Learning) leta 2003, kjer je bil ta nabor podatkov predstavljen v okviru tekmovanja za prepoznavanje imenovanih entitet. Dataset CoNLL 2003 je priljubljen referenčni dataset za prepoznavanje poimenovanih entitet (NER) v obdelavi naravnega jezika (NLP). Uporabljen je bil v skupni nalogi na konferenci o računalniškem učenju naravnega jezika (CoNLL) leta 2003.



```
U.N.  NNP  I-ORG
official  NN  O
Ekeus  NNP  I-PERSON
heads  VBZ  O
for  IN  O
Baghdad  NNP  I-LOCATION
```

Figure 7.1: CoNLL2003 dataset

Poimenovane entitete so razdeljene v štiri glavne kategorije:

1. Oseba (PER): Posamezna imena ljudi.
2. Organizacija (ORG): Imena podjetij, ustanov ali organizacij.
3. Lokacija (LOC): Imena geografskih lokacij, kot so mesta, države ali regije.
4. Razno (MISC): Druge poimenovane entitete, ki ne spadajo v zgoraj navedene kategorije, na primer datumi, odstotki ali denar.

Podatki v datasetu so predstavljeni v obliki ene besede na vrstico, kjer vsaka vrstica predstavlja besedo in pripadajočo oznako v stavku. Besede in oznake so ločene z belim prostorom. Dataset CoNLL 2003 se pogosto uporablja za evalvacijo zmogljivosti modelov za prepoznavanje poimenovanih entitet in že več let je standardni benchmark za raziskovalce in strokovnjake v skupnosti obdelave naravnega jezika. Ostaja dragocen vir za razvoj in preizkušanje novih algoritmov in sistemov za NER.

Chapter 8

Sklepne ugotovitve

Izbira \LaTeX ali ne \LaTeX je seveda prepuščena vam samim. Res je, da so prvi koraki v \LaTeX u težavni. Ta dokument naj vam služi kot začetna opora pri hoji.

Appendix A

Title of the appendix 1

Example of the appendix.

Bibliography

- [1] L. Fortnow, “Viewpoint: Time for computer science to grow up”, *Communications of the ACM*, št. 52, zv. 8, str. 33–35, 2009.
- [2] D. E. Knuth, P. Bendix. “Simple word problems in universal algebras”, v zborniku: Computational Problems in Abstract Algebra (ur. J. Leech), 1970, str. 263–297.
- [3] L. Lamport. *LaTEX: A Document Preparation System*. Addison-Wesley, 1986.
- [4] O. Patashnik (1998) BiBT_EXing. Dostopno na: <http://ftp.univie.ac.at/packages/tex/biblio/bibtex/contrib/doc/btxdoc.pdf>
- [5] licence-cc.pdf. Dostopno na: <https://ucilnica.fri.uni-lj.si/course/view.php?id=274>