

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINAR

**Međujezično prepoznavanje  
imenovanih entiteta pomoću  
wikifikacije**

*Stipan Mikulić*

Voditelj: *dr. sc. Jan Šnajder*

Zagreb, svibanj 2017.

# SADRŽAJ

<b>1. Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2. Opis problema</b>	<b>2</b>
<b>3. Analiza podataka</b>	<b>4</b>
<b>4. Model</b>	<b>7</b>
<b>5. Implementacija modela</b>	<b>9</b>
5.1. Značajke . . . . .	9
5.2. Pretprocesiranje značajki . . . . .	9
<b>6. Evaluacija</b>	<b>10</b>
<b>7. Zaključak</b>	<b>11</b>
<b>8. Literatura</b>	<b>12</b>

# 1. Uvod

U današnje vrijeme svjedočimo stalni eksponencijali porast svih vrsta podataka, naročito teksta. Zbog tog naglog porasta podataka ljudi više nisu u mogućnosti obraditi te podatke da bi prepoznali bitne i korisne informacije. Riješenje problema krije se u računalnoj obradi podataka. Ovim problemom se bavi područje računarske znanosti (engl. computer science), umjetne inteligencije (engl. artificial intelligence) i strojnog učenja (engl. machine learning) koje se naziva obrada prirodnog jezika (engl. natural language processing, NLP).

U ovom radu razvit ću model za međujezično prepoznavanje imenovanih entiteta. Za razvoj dobrog modela za klasifikaciju potrebno nam je puno podataka. Prema zadnjim procjenama više od 50% sadržaja na internetu je pisano na engleskom jeziku.<sup>1</sup> U potpunoj dominaciji engleskog jezika u svim vrstama podataka i NLP alata i leži motivacija za razvoj međujezičnog modela.

Rad je strukturiran tako da u drugom poglavlju opisuje problem, u trećem analizira podatke nad kojima treniramo, validiramo i testiramo model. Četvrto poglavlje opisat će sam model za prepoznavanje imenovanih entiteta, a peto implementaciju tog modela. Rezultati i evaluacija će biti opisani u šestom poglavlju. Zadnjem poglavlju će dati kratki zaključak rada.

---

<sup>1</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Languages\\_used\\_on\\_the\\_Internet](https://en.wikipedia.org/wiki/Languages_used_on_the_Internet)

## 2. Opis problema

(Ratinov i Roth, 2009) (Tjong Kim Sang i De Meulder, 2003) (Tsai et al., 2016) (Tjong Kim Sang, 2002)

Prepoznavanje imenovanih entiteta je zadatak ekstrakcije informacija kojem je cilj klasificirati i locirati elemente u predefinirane kategorije kao što su:

- Imena – Osobe, Organizacije, Lokacije
- Vremena – Vrijeme, Datum
- Brojevi – Novac, Postotci

Iako su kategorije unaprijed definirane i dalje se postavlja pitanje koliko općenite i obuhvatne trebaju biti. Ovisno o domeni za koju se koriste imenovani entiteti, moguće ih je prizvoljno definirati. Pogledajmo поближе ovaj problem kroz primjer. Ako sustavu za prepoznavanje imenovanih entiteta damo sljedeći tekst kao ulaz:

Jim bought 300 shares of Acme Corp. in 2006.

na izlazu statava ćemo dobiti:

[Jim]<sub>OSOBA</sub> bought [300]<sub>BROJ</sub> shares of [Acme Corp.]<sub>ORGANIZACIJA</sub> in [2006]<sub>VRIJEME</sub>.

U ovom primjeru entitet OSOBA sadrži jedan token dok entitet ORGANIZACIJA sadrži dva tokena.<sup>1</sup> U ovom radu želimo prepoznati sljedeće entitete u tekstu:

- PER – Osobe
- ORG – Organizacije
- LOC – Lokacije
- MISC – Razno

---

<sup>1</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Named-entity\\_recognition](https://en.wikipedia.org/wiki/Named-entity_recognition)

Najčešći pristup ovom problemu je uz pomoć metoda nadziranog strojnog učenja. Ovaj problem spada u kategoriju označavanja slijedova (engl. sequence labeling) gdje se svakom članu slijeda pridružuje neka oznaka tj. predefinirana kategorija. Oznake su ovisne o svim članovima oko njih u slijedu. Zbog toga se ovisnost izražava s lijeva na desno, s desna na lijevo ili zajednički. Radi boljeg razumjevanja problema u idućem poglavlju će se pisati o analizi podataka.

### 3. Analiza podataka

Model za međujezično prepoznavanje imenovanih entiteta razvijen je nad skupovima podataka iz CoNLL02 i CoNLL03 dijeljenog zadatka. Skup podataka uključuje podatke na engleskom, španjolskom i nizozemskom jeziku. CoNLL skup podataka je podskup novinskih članaka Reutersa iz 1996. Entiteti su označeni u 4 razreda: PER, ORG, LOC i MISC. Skup za treniranje su članci iz kolovoza 1996, dok je testni skup iz prosinca 1996. Imenovani entiteti u testnom skupu su znatno različiti od skupa za treniranje što ih čini značajno težim. (Ratinov i Roth, 2009)

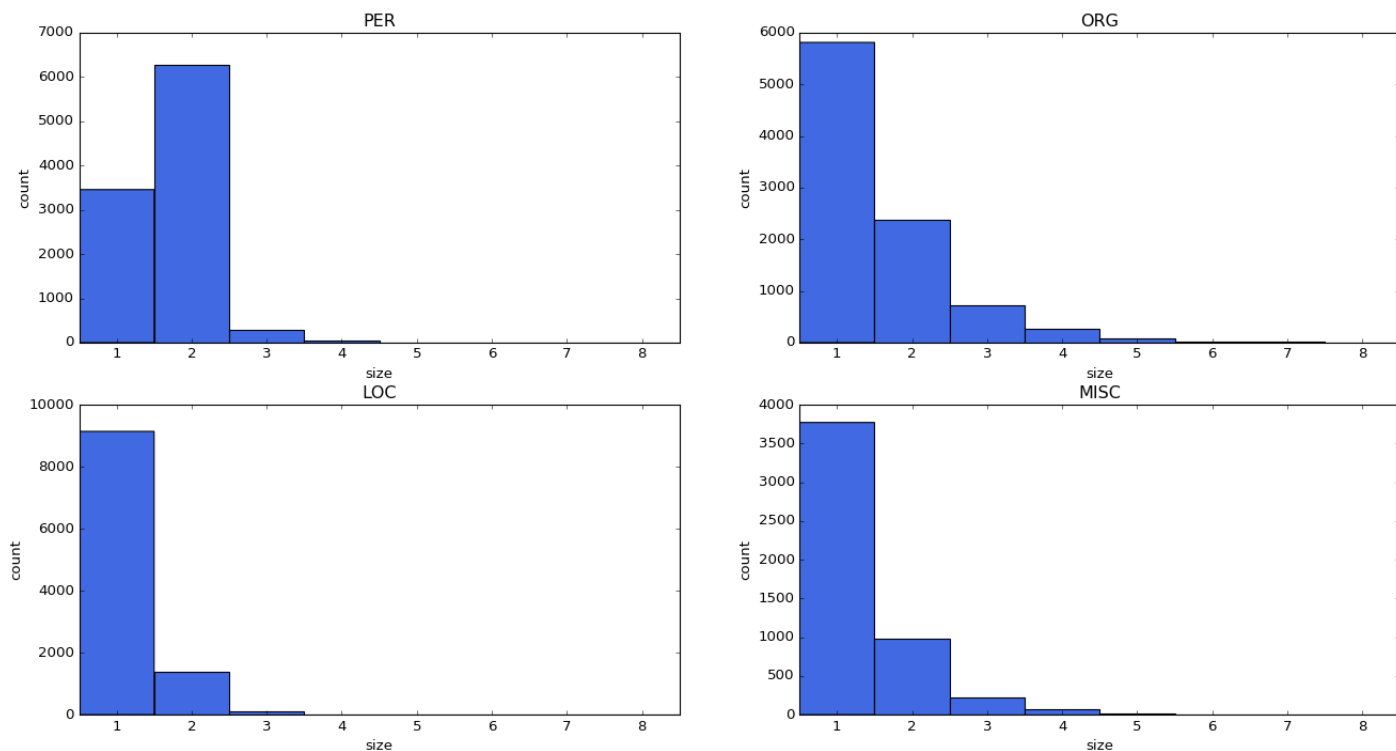
Španjolski i nizozemski skup podataka označen je BIO<sup>1</sup> formatom dok je engleski skup podataka označen IO formatom<sup>2</sup> koji je naknadno pretvoren u BIO.

**Tablica 3.1:** Broj entiteta u skupovima

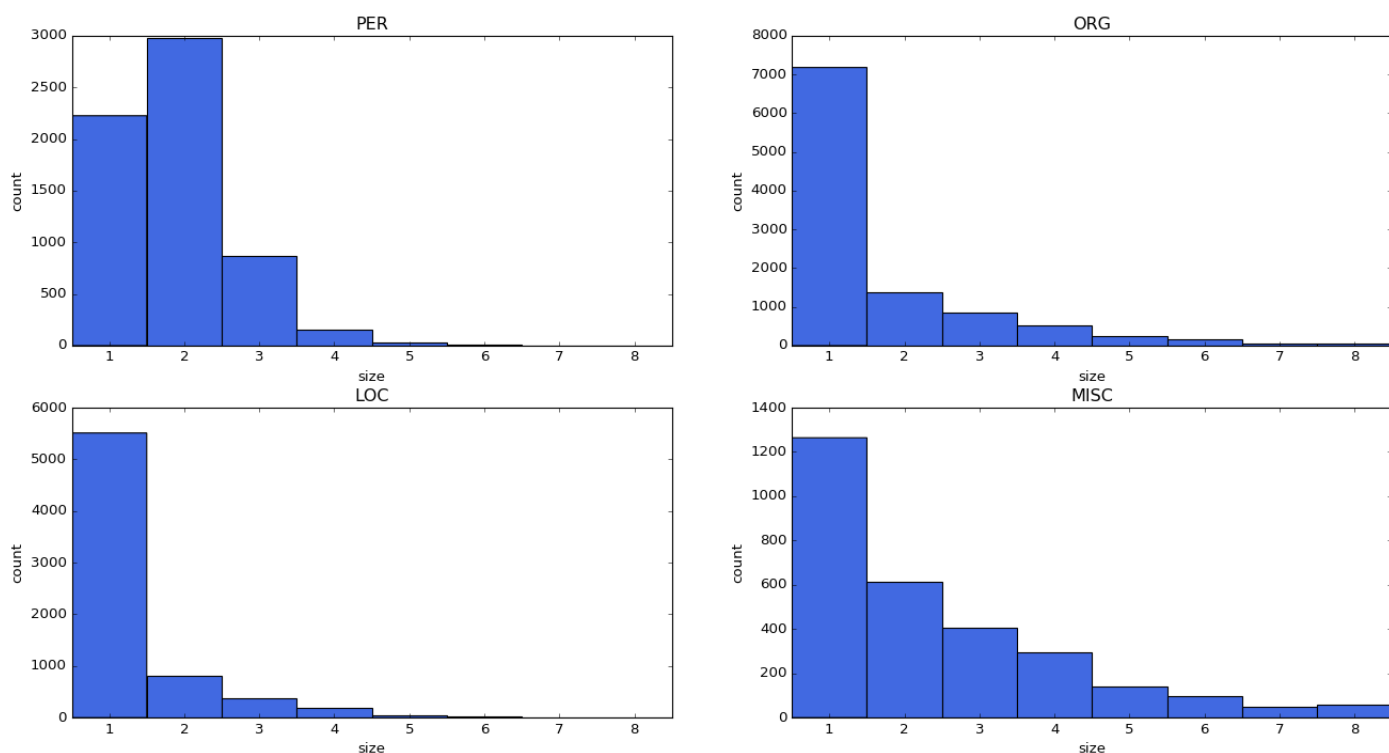
language	set	PER	ORG	LOC	MISC
eng	train	6600	6321	7140	3438
	validation	1842	1341	1837	922
	test	1617	1661	1668	702
esp	train	4321	7390	4913	2173
	validation	1222	1700	984	445
	test	735	1400	1084	339
ned	train	4716	2082	3208	3338
	validation	703	686	479	748
	test	1098	882	774	1187

<sup>1</sup>Format u kojem se s B (**B**egining) označavaju riječi na početku entiteta, I (**I**nside) označavaju riječi unutar entiteta i O (**O**utside) označavaju riječi koje ne pripadaju ni jednom entitetu.

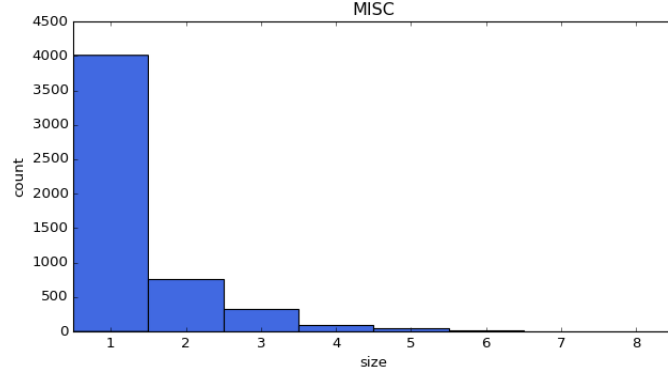
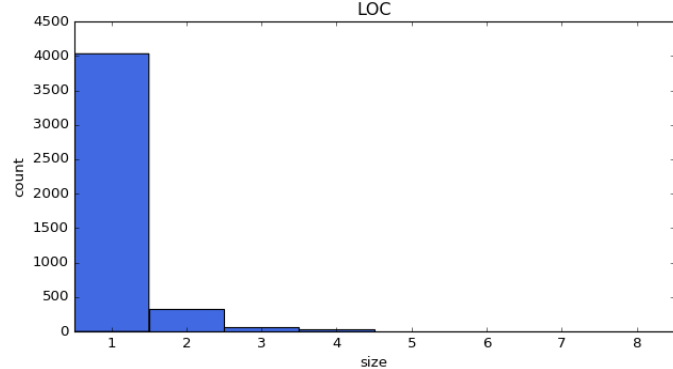
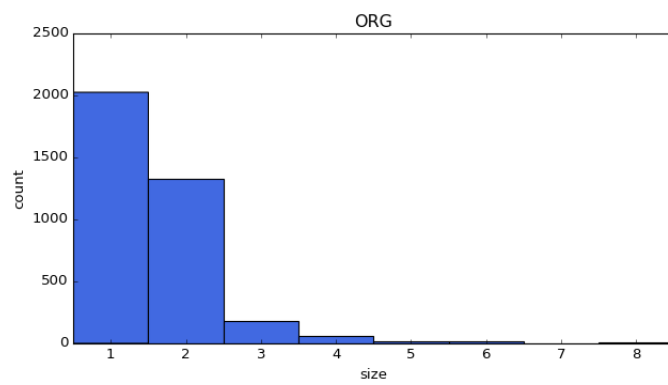
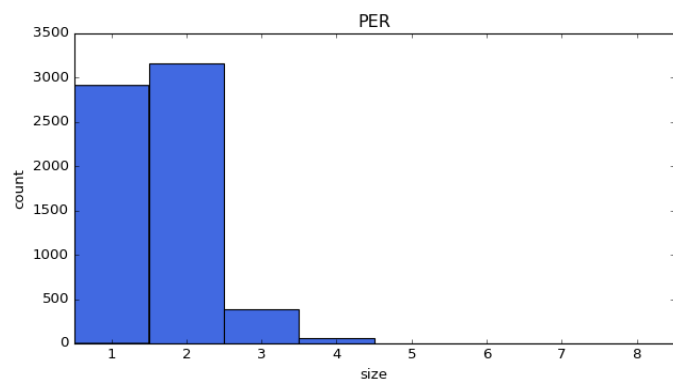
<sup>2</sup>Format u kojem se s I (**I**nside) označavaju riječi koje pripadaju nekom entitetu i O (**O**utside) označavaju riječi koje ne pripadaju ni jednom entitetu.



**Slika 3.1:** Veličina entiteta skupa podataka na engleskom jeziku



**Slika 3.2:** Veličina entiteta skupa podataka na španjolskom jeziku



**Slika 3.3:** Veličina entiteta skupa podataka na nizozemskom jeziku



## 4. Model

U svrhu prepoznavanja imenovanih entiteta u tekstu najčešće se koriste sljedeći modeli:

- HMM (Hidden Markov Model)
- CRF (Conditional random field)
- MaxEnt
- Perceptron

U ovom radu korišten je Perceptron. Iako prva dva navedena modela daju mogućnost zajedničkog učenja oznaka u slijedu, ipak je korišten Perceptron koji nam omogućuje korištenje raznih značajki.

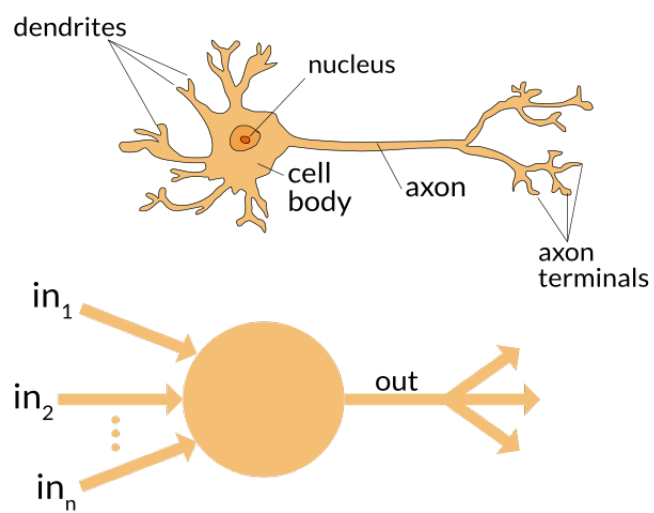
Perceptron je matematički model neurona. U stvarnom neuronu dendriti dobivaju signale od aksona drugih neurona dok su u matematičkom modelu dendriti predstavljeni s broječanim vrijednostima. Izlaz neurona, akson, predstavljen je step funkcijom koja kao argument prima težinsku sumu ulaza neurona zbrojenom s pomakom.<sup>1</sup>

$$out = \sum_{i=1}^n w_i x_i + b$$

Perceptron pokušava naučiti težine na način da ih ne ažurira nakon prolaska kroz cijeli skup podataka već nakon svakog primjera. Ovakav način učenja se zove online učenje.

---

<sup>1</sup><https://cs.stanford.edu/people/eroberts/courses/soco/projects/neural-networks/Neuron/index.html>



**Slika 4.1:** Matematički model biološkog neurona

## 5. Implementacija modela

cross validacija, baseline, obicne znacajke, gazetteri-grupe, wikifikacija

Sustav za prepoznavanje imenovanih entiteta je razvijen u programskom jeziku Python3. Korištena je implementacija Perceptrona iz scikit-learn<sup>1</sup> knjižnice. Glavni program `runner.py` pokreće cijeli cjevovod sustava. Moguće je specificirati jezike skupa za treniranje, validaciju i testiranje preko argumenata komandne linije. Naredba za pokretanje programa koji trenira i validira sustav engleskim i nizozemskim jezikom a testira nad španjolskim jezikom.

*`python3runner.py – traineng,esp – validationeng,esp – testesp`*

### 5.1. Značajke

### 5.2. Pretprocesiranje značajki

---

<sup>1</sup>[http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear\\_model.Perceptron.html](http://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.linear_model.Perceptron.html)

## **6. Evaluacija**

evaluacijske mjere, tablice s rezultatima

## **7. Zaključak**

zaključiti

## 8. Literatura

- Lev Ratinov i Dan Roth. Design challenges and misconceptions in named entity recognition. U *Proceedings of the Thirteenth Conference on Computational Natural Language Learning*, CoNLL '09, stranice 147–155, Stroudsburg, PA, USA, 2009. Association for Computational Linguistics. ISBN 978-1-932432-29-9. URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1596374.1596399>.
- Erik F. Tjong Kim Sang. Introduction to the conll-2002 shared task: Language-independent named entity recognition. U *Proceedings of CoNLL-2002*, stranice 155–158. Taipei, Taiwan, 2002.
- Erik F. Tjong Kim Sang i Fien De Meulder. Introduction to the conll-2003 shared task: Language-independent named entity recognition. U Walter Daelemans i Miles Osborne, urednici, *Proceedings of CoNLL-2003*, stranice 142–147. Edmonton, Canada, 2003.
- Chen-Tse Tsai i Dan Roth. Cross-lingual wikification using multilingual embeddings. U *NAACL*, 6 2016. URL <http://cogcomp.cs.illinois.edu/papers/TsaiRo16b.pdf>.
- Chen-Tse Tsai, Stephen D. Mayhew, i Dan Roth. Cross-lingual named entity recognition via wikification. U *Proceedings of the 20th SIGNLL Conference on Computational Natural Language Learning, CoNLL 2016, Berlin, Germany, August 11-12, 2016*, stranice 219–228, 2016. URL <http://aclweb.org/anthology/K/K16/K16-1022.pdf>.

## **Međujezično prepoznavanje imenovanih entiteta pomoću wikifikacije**

### **Sažetak**

#### **Ključne riječi:**

## **Cross-Lingual Named Entity Recognition via Wikification**

### **Abstract**

#### **Keywords:**