

Izv. prof. dr. sc. Jan Šnajder
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilište u Zagrebu

Zagreb, 26. veljače 2020.

Predmet: Filip Boltužić, mag. ing.
– pokretanje postupka ocjena doktorske disertacije –

Suglasnost i mišljenje mentora o provedenom istraživanju i postignutom znanstvenom doprinosu dokorskog rada

Doktorski rad Filipa Boltužića, mag. ing., pod naslovom “*Computational Methods for Argumentation Mining of Claims in Internet Discussions*” (“*Računalni postupci dubinske argumentativne analize tvrdnji u internetskim raspravama*”) rezultat je istraživanja u području obrade prirodnog jezika s ciljem razvoja učinkovitih postupaka za strojno potpomognutu dubinsku analizu argumentativnog teksta s primjenom u strukturiranju argumentacije i otkrivanju implicitnih tvrdnji u internetskim raspravama. Analiza argumentacije provodi se radi stjecanja uvida u argumentativnu strukturu rasprave, što je od interesa za umjetnu inteligenciju i računalnu lingvistiku, ali i za društvenoznanstvena istraživanja koje se bave analizom kritičkih tekstova, za komercijalne i političke aktere posvećene istraživanju mišljenja javnosti te djelatnike u obrazovanju koji se bave razvojem kritičkog razmišljanja. Metode strojnog učenja mogu znatno ubrzati postupak analize argumentacije, otkriti implicitne tvrdnje te omogućiti razne uvide temeljene na računalnim modelima. U tu su svrhu posebno korisnima pokazali modeli zasnovani na strukturiranome predviđanju (engl. *structured prediction*) – nadzirani modeli strojnog učenja koji mogu prepoznavati složene strukture, čime se modeliraju semantičke veze u tekstu u svrhu prepoznavanja argumentativnih tvrdnji.

Metodološki naglasak rada jest na razvoju postupaka za strukturiranje tvrdnji pomoću računalnih ontologija, kojima se opisuju tematski specifični koncepti te generički obrasci tvrdnji za analizu argumentacije internetskih rasprava. U svrhu strukturiranja tvrdnji iz rasprava razvijen je odgovarajući radni okvir za izgradnju tematski specifičnih računalnih ontologija i predložene su metode za predviđanje i strukturiranje tvrdnji iz teksta.

Doktorski je rad strukturiran na sljedeći način. U prvome, uvodnome poglavlju (“*1. Introduction*”) opisani su motivacija i ciljevi istraživanja te je dan pregled strukture rada. Nastavak rada konceptualno se daje razložiti u tri dijela. Prvi dio (Poglavljja 2 i 3) opisuju područje dubinske analize argumentacije, do sada predložene postupke dubinske analize argumentacije te postupke strojnog učenja za računalnu analizu argumentacije s naglaskom na metode zasnovane na strukturnom predviđanju. U drugome dijelu (Poglavljja 4, 5 i 6) opisana su predistraživanja koja za dubinsku analizu argumentacije ne pretpostavljaju formalnu strukturu tvrdnji, već se oslanjaju na metode analize semantičke sličnosti teksta. U trećemu dijelu (Poglavljja 7, 8, 9, 10) opisani su novopredloženi pristup modeliranja i strukturiranja tvrdnji pomoću računalnih ontologija, radni okvir i programska podrška za prepoznavanje i strukturiranje tvrdnji te primjer analize argumentacije uz pomoć novopredloženog pristupa.

U drugome poglavlju (“*2. Argumentation Mining*”) dan je kratak pregled područja dubinske analize argumentacije te su opisani u literaturi predloženi postupci za dubinsku analizu argumentacije. Problem dubinske analize argumentacije razložen je na dva potproblema: ekstrakciju i strukturiranje argumentativnih komponenti. Opisani su dosadašnji pristupi ekstrakciji argumentativnih komponenti te strukturiranja argumentativnih komponenti. Na kraju poglavlja analiziraju se uočeni nedostaci postojećih metoda dubinske analize argumentacije. U trećemu poglavlju (“*3. Methods and Tools for Argumentation Mining of Claims*”) opisani su postupci iz područja nadziranog i nenadziranog strojno učenja, kao i postupci strukturiranoga predviđanja. Dan je kratak pregled odabranih tema iz područja analize teksta i računalnih ontologija.

U četvrtome poglavlju ("*4. Claim Clustering*") predložen je postupak za pronalazak istaknutih tvrdnji u internetskim raspravama metodom nenadziranoga strojnog učenja. Prikupljen je i opisan skup podataka komentara s pripadajućim istaknutim tvrdnjama na internetskim raspravama o kontroverznim društvenopolitičkim temama. Predložena je metoda hijerarhijskoga grupiranja komentara po semantičkoj sličnosti sadržaja te su centriodi dobivenih grupa proglašeni istaknutim tvrdnjama. Eksperimentalno je provedeno kvantitativno i kvalitativno vrednovanje različitih metoda hijerarhijskog grupiranja komentara. Na kraju poglavlja analiziraju se uočeni nedostaci predloženog postupka.

Peto poglavlje ("*5. Prominent Claim Identification*") uvodi problem prepoznavanja istaknutih tvrdnji u tekstu. Prikupljen je nov skup podataka s dvije internetske rasprave ("*Gay rights*" i "*Under God in pledge*"), koji sadrži parove istaknutih tvrdnji i komentare u kojima se te tvrdnje pojavljuju. Problem prepoznavanja istaknutih tvrdnji potom je definiran kao prepoznavanje odnosa komentara i istaknute tvrdnje. Predložene su metode nadziranoga strojnog učenja koje su zasnovane na značajkama semantičke sličnosti i prisustva relacije logičke posljedice. Provedeno je eksperimentalno vrednovanje modela nad čitavim skupom podataka. Budući da su predložene metode načelno domenski neovisne, vrednovanje je provedeno na skupovima iz dviju različitih rasprava. Provedena je sustavna analiza pogrešaka predloženog modela.

U šestome poglavlju ("*6. Deriving Implicit Claims*"), na temelju uvida iz prethodna dva poglavlja, analizira se problem pronalaska implicitnih informacija u tekstovima internetskih rasprava. Proširen je skup podataka opisan u četvrtome poglavlju označavanjem implicitnih tvrdnji između komentara i istaknute tvrdnje čime je moguće upotpuniti logički slijed tvrdnji. Provedene su kvalitativne i kvantitativne analize označenog skupa podataka implicitnih tvrdnji. Predložen je model nadziranoga strojnog učenja koji rješava problem prepoznavanja istaknutih tvrdnji u tekstu, ali ovaj puta koristi implicitne tvrdnje, što se pokazalo iznimno korisnim. Kako je pokazana nedvojbeno korisnost implicitnih tvrdnji, predložen je preliminarni model za pronalazak implicitnih tvrdnji. Predloženi model samo je dodatno naglasio nedostatke nestrukturiranih pristupa dubinskoj analizi argumentacije.

U sedmome je poglavlju ("*7. Claim Segmentation*") uveden pristup strukturiranja tvrdnji. Po uzoru na druge pristupe u dubinskoj analizi argumentacije, strukturiranje tvrdnje razloženo je u dva koraka: prepoznavanje (segmentacija) i strukturiranje tvrdnji. Definira se problem prepoznavanja tvrdnji uz pomoć konceptualno sličnih problema iz područja analize teksta. Predloženo je više modela nadziranog učenja zasnovanih na strukturiranom predviđanju za rješavanje problema predviđanja sljedova. Skup podataka iz 4. poglavlja dodatno je proširen oznakama tvrdnji u komentarima. Predloženi modeli eksperimentalno su vrednovani te je zaključeno kako metode strukturiranog predviđanja pomažu prilikom predviđanja tvrdnji.

Osmo poglavlje ("*8. Formalizing Claims*") uvodi koncept "strukturirane tvrdnje", kao formalne reprezentacije semantike tvrdnje zasnovane na domenskim konceptima i semantičkim relacijama između njih, a idejno zasnovan na zadatku semantičkog parsanja. Koncepti i relacije definirani su tako da ostvare razinu apstrakcije koja je dovoljno visoka da se ublaži problem varijabilnosti jezične realizacije tvrdnji, ali opet dovoljno složena da zadrži argumentativno relevantan sadržaj tvrdnje. Strukturirana tvrdnja definirana je kroz dvije razine računalne ontologije kojima se opisuju tematski specifični koncepti te generički obrasci tvrdnji. Koristeći definirana pravila strukturiranja tvrdnji, ručno su strukturirane tvrdnje iz prethodnog poglavlja izradom tematski specifične ontologija na temu "*Marijuana legalization*".

U devetom je poglavlju ("*9. Claim Structuring*") upotpunjen radni okvir za prepoznavanje i strukturiranje tvrdnji. Predložen je niz modela zasnovanih na nadziranome strojnom učenju za strukturiranje tvrdnji, s naglaskom na modele strukturnog predviđanja. Također je, uz hipotezu da treniranje modela koji združuje više ciljeva može poboljšati uspješnost predikcije, predložen model koji istodobno prepoznaje tvrdnje u tekstu te ih strukturira. Provedeno je eksperimentalno vrednovanje svih predloženih modela, gdje su se najboljima pokazali modeli strukturnog predviđanja.

Deseto poglavlje ("*10. Analysis using Formalized Claims*") demonstrira primjer dubinske analize argumentacije uporabom predloženih strukturiranih tvrdnji. Pokazan je alternativan, logički utemeljen način dohvaćanja implicitnih tvrdnji, za razliku od nestrukturiranoga pristupa opisanoga u 6. poglavlju. Kako bi se pokazale

potencijalne primjene strukturiranih tvrdnji, opisane su tematski specifične analize otkrivanjem najučestalijih tvrdnji u raspravi te grupiranjem sudionika rasprave temeljem zajedničkih tvrdnji.

Posljednje, jedanaesto poglavlje (“*II. Conclusion*”) iznosi zaključak i prijedloge za buduće istraživanje.

Mišljenja sam da je Filip Boltužić, mag. ing., proveo sustavno istraživanje i obradio zadanu temu. Rezultate istraživanja opisao je u rukopisima dvaju radova koji su u postupku recenziranja u međunarodnim časopisima indeksiranim u bazi *Science Citation Index Expanded* te je objavio četiri rada u zbornicima prestižnih međunarodnih znanstvenih skupova u području obrade prirodnoga jezika, uključivo rad koji je do sada citiran više od stotinu puta. Ocjenjujem da je doktorskim radom ostvaren izvorni znanstveni doprinos koji se sastoji od sljedećeg:

1. Postupak modeliranja internetske rasprave ontologijom u dvije razine, gdje prva razina sadrži tematski specifično znanje rasprave, dok druga razina modelira obrasce tvrdnji, s ciljem strukturiranja tvrdnji u oblik pogodan za daljnju argumentativnu analizu;
2. Računalni postupak za prepoznavanje i strukturiranje argumentativnih tvrdnji temeljen na metodama nadziranoga strojnog učenja;
3. Radni okvir i odgovarajuća programska podrška za računalno potpomognutu analizu tvrdnji koja povezuje korake prepoznavanja, strukturiranja i analize tvrdnji.

U skladu s navedenim suglasan sam s pokretanjem postupka ocjene doktorskoga rada Filipa Boltužića, mag. ing.

Izv. prof. dr. sc. Jan Šnajder