

Projektni zadatak

Klasifikacija Parkinsonovog oboljenja na bazi algoritma vektora nosača

Jelena Božicković, BI 23/2015, jelena.bozickovic@live.com

III. BAZA PODATAKA

I. UVOD

Parkinsonova bolest predstavlja progresivno neurodegenerativno oboljenje centralnog nervnog sistema, koje uzrokuje delimičan ili potpun gubitak motornih funkcija, govora itd [1]. Bolest nastaje usled gubitka neurotransmitera dopamine u bazalnim ganglijama, a prvenstveno u supstanciji nigri, koja se nalazi u srednjem mozgu i odgovorna je za čulo vida, sluha i motoričke sposobnosti. Bolest najčešće zahvata stariju populaciju. Iako etiologija Parkinsonove bolesti nije u potpunosti razjašnjena, bolest je detaljno okarakterisana simptomima, od kojih su najprepoznatljiviji rigiditet, tremor u mirovanju i fleksijsko držanje tela[2]. Komunikacijski problemi nastaju u odmakloj fazi bolesti ili kad fizički simptomi dostignu nivo koji ometa normalno korišćenje govornog aparata. Poremećaj koji se javlja u govoru osoba obolelih od Parkinsonove bolesti jeste hipokinetička dizartija, koja se odlikuje smanjenim intenzitetom glasa, nepreciznošću u artikulaciji, većim brojem pauza u govoru, kratkim iskazima itd. U krajnjem slučaju dešava se da glasne žice atrofiraju, te nije moguća proizvodnja glasa i dolazi do mutizma[3].

S obzirom da bolest zahvata najčešće stariju populaciju, razvoj mobilnih aplikacija za dijagnostiku i monitoring bi znatno olakšao suočavanje sa bolešću svim obolelim osobama. Takva aplikacija bi na osnovu audio signala vršila prepoznavanje govora i utvrđivala da li osoba boluje od Parkinsonove bolesti ili ne. Pored teledijagnoze, omogućen bi bio i telemonitoring, odnosno praćenje napretka i stadijuma bolesti.

Cilj ovog istraživanja je da ispita mogućnost primene algoritama mašinskog učenja u cilju detekcije Parkinsonove bolesti u najranijem stadijumu. Korišćen je algoritam vektora nosača sa ciljem dijagnoze Parkinsonovog oboljenja na osnovu glasovnih obeležja.

Rad je organizovan na sledeći način. Nakon uvoda, opisane su korišćene metode mašinskog učenja. Treći paragraf opisuje bazu podataka i eksperimente koji su izvođeni. Nakon toga diskutovani su dobijeni rezultati, izneti zaključci i dalji pravci istraživanja.

Baza podataka nad kojom je vršena analiza predstavlja javno dostupnu bazu sa UCI Machine Learning Repository sajta, koju je omogućio departman za neurologiju sa Cerrahpasa medicinskog fakulteta u Istanbulu [5]. Baza sadrži 40 ispitanika, od kojih 20 boluje od Parkinsonove bolesti, a ostalih 20 su zdravi ispitanici. Od svakog ispitanika prikupljeno je 26 audio snimaka, u kojima su posebno naglašeni samoglasnici, brojevi, reči i kratke rečenice. U bazi postoji ukupno 1040 uzoraka, sa 26 obeležja koja su dobijena vremenskom i frekvencijskom analizom audio snimaka.

Sva obeležja u bazi su numerička i mogu se podeliti u 6 grupa, a te grupe predstavljaju frekvencijske, pulsne, amplitudske, glasovne, harmonijske parametre i parametre piča. Frekvencijski parametri obuhvataju nekoliko načina opisivanja podrhtavanja glasa, *eng. Jitter*, koji opisuje frekvencijsku nestabilnost. Pulsni parametri podrazumevaju broj pulseva, broj perioda, srednju vrednost perioda i njihovu standardnu devijaciju. Amplitudski parametri se odnose na nestabilnost amplitude, *eng. Shimmer*. Glasovni parametri su oni koji opisuju bezvučne odbirke, broj pauza u govoru, kao i dužinu same pauze. Harmonijski parametri opisuju autokorelaciju odbiraka, odnos govor-šum i obrnuto, dok parametri piča opisuju jačinu zvuka i to po medianu, srednjoj vrednosti, standardnoj devijaciji, maksimumu i minimumu.

Tokom normalnog govora, ne bi trebalo da postoji nestabilnost ni u frekvencijskom ni u amplitudskom smislu, naročito kod izgovora samoglasnika, dok se u govoru osobe obolele od Parkinsonove bolesti jasno uočava da se glasovni parametri povećavaju, a parametri piča smanjuju.

TABELA 1: OBELEŽJA DOBIJENA FREKVENCIJSKOM I VREMENSKOM ANALIZOM AUDIO SNIMAKA

GRUPE OBELEŽJA	OBELEŽJA
FREKVENCIJSKA	<i>Jitter(lokalni)</i>
	<i>Jitter(apsolutni)</i>
	<i>Jitter(rap)</i>
	<i>Jitter(ppq5)</i>
	<i>Jitter(ddp)</i>
PULSNA	Broj pulseva
	Broj perioda
	Srednja vrednost periode
	Standardna devijacija periode
AMPLITUDSKA	<i>Shimmer(lokalni)</i>
	<i>Shimmer(lokalni, dB)</i>
	<i>Shimmer(apq3)</i>
	<i>Shimmer(apq5)</i>
	<i>Shimmer(apq11)</i>
	<i>Shimmer(dda)</i>
GLASOVNA	Bezglasni delovi
	Broj prekida u govoru
	Stepen prekida
HARMONIJSKA	Autokorelacija
	Šum-harmonijski
	Harmonijski-šum
PIČ	Median jačine zvuka
	Srednja vrednost jačine zvuka
	Standardna devijacija
	Minimum
	Maximum

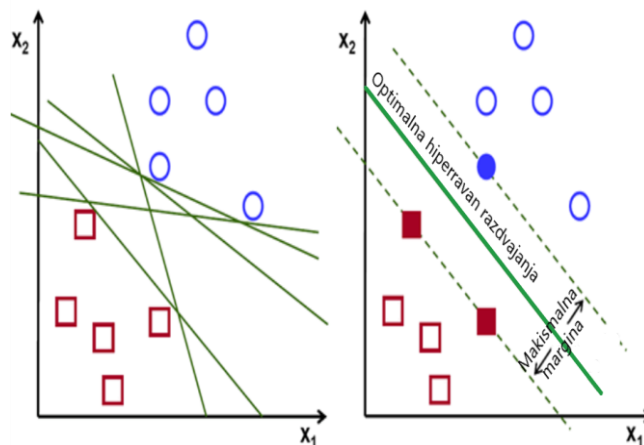
II. MATERIJALI I METODE

A. Algoritam vektora nosača

Cilj algoritma vektora nosača je da pronade hiperravan koja u najboljoj mogućoj meri razdvaja date podatke. Ova hiperravan predstavlja granicu odlučivanja koja nam pomaže da klasifikujemo nepoznate uzorke. Uzorci koji se nalaze sa različitih strana hiperravni predstavljaju uzorke koji pripadaju različitim klasama. Pored hiperravni odlučivanja se definiše i margina, koja predstavlja najmanje rastojanje od hiperravni do bilo kog uzorka iz skupa za obuku. Cilj je da margina bude što je moguće veća, kako bi razdvajanje uzoraka iz različitih klasa bilo što je moguće jasnije. Vektori koji odgovaraju uzorcima koji se nalaze na samoj margini predstavljaju vektore nosače. Ovi vektori nosači definišu optimalnu hiperravan, što znači da se čitav skup za obuku može zameniti skupom vektora nosača i da će pri tome optimalna hiperravan ostati nepromenjena.

Kao što je prikazano na slici 1, postoji nekoliko ravni koje bi mogle da razdvoje plave kružice i crvene kvadratiće, ali je najbolja ravan ona koja je jednako udaljena od najbližih uzoraka iz 2 različita skupa. Ukoliko zamislimo da plavi kružići predstavljaju zdrave ispitanike,

a crveni kvadratići ispitanike koji boluju od Parkinsonove bolesti, tada je naš cilj da razdvojimo te 2 klase što je bolje moguće. Svako izdvojeno obeležje govornog signala predstavlja po jednu dimenziju. Kad imamo dva obeležja, hiperravan razdvajanja je prava, sa 3 obeležja to je ravan, a setimo se, mi imamo 26 obeležja.

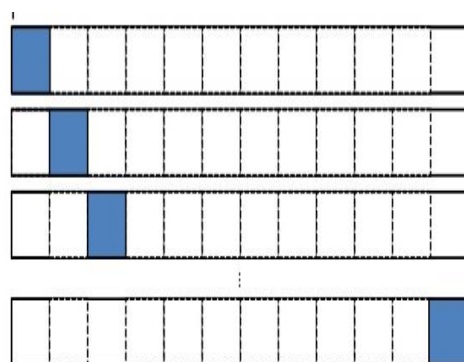


SLIKA 1: ŠEMATSKI PRIKAZ ALGORITMA VEKTORA NOSAČA

B. Unakrsna validacija

Prilikom testiranja modela korišćena je unakrsna validacija sa jednim izdvojenim elementom, eng. *leave-one-out* unakrsna validacija. Ovaj metod validacije podrazumeva da se u svakoj iteraciji algoritma validacija vrši na svakom pojedinačnom uzorku, a da se pomoću preostalih uzoraka formira model. Na ovaj način je skup uzoraka za obuku maksimalno iskorišćen, a samim tim je i šansa za natprilagođenje modela minimalna.

Na slici 2 je šematski prikazan postupak unakrsne validacije sa jednim izdvojenim elementom. Pravougaonik označen plavom bojom predstavlja uzorak nad kojim se vrši validacija, dok preostali pravougaonici predstavljaju uzorke koji se koriste za obuku modela.



SLIKA 2: ŠEMATSKI PRIKAZ LEAVE-ONE-OUT UNAKRSNE VALIDACIJE

C. Model

Za izradu modela korišćena funkcija *fitsvm*, koja predstavlja ugrađenu funkciju programskog okruženja Matlab. Prvenstveno je formiran model korišćenjem svih obeležja.

Pre formiranja finalnog modela, izvršeno je nekoliko modifikacija obeležja. Jedna od modifikacija podrazumeva korišćenje samo onih govornih signala koji predstavljaju izgovore samoglasnika ('a', 'o' i 'u'), tačnije prva četiri obeležja. Druga modifikacija obeležja podrazumeva formiranje modela koji koristi uprosečene vrednosti obeležja svih samoglasnika, čime se formira jedan jedinstveni vektor obeležja za svakog pacijenta.

Finalni model, koji je dao najbolje rezultate, podrazumeva korišćenje svih dostupnih obeležja uprosečenih po srednjoj vrednosti i standardnoj devijaciji, čime se takođe formira jedinstveni vektor obeležja za svakog pacijenta [4].

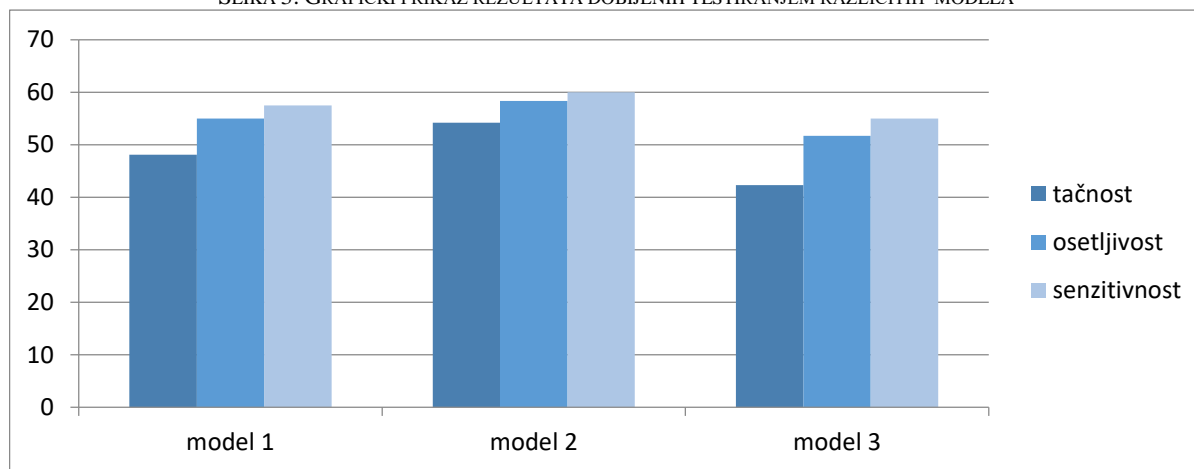
Kao što je prethodno nagašeno modeli su formirani pomoću funkcije *fitcsvm*, koja predstavlja

ispitanika koji su oboleli, ispravno klasifikuje kao obolele dok u 25% zdravih ispitanika pogrešno klasifikuje kao obolele.

V. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ukazuju na mogućnosti upotrebe govornih signala za detekciju parkinsonizma. Dalja ispitivanja, s ciljem povećanja tačnosti klasifikacije, išla bi u pravcu otkrivanja novih obeležja. Takođe, samo povećanje baze podataka bi potencijalno moglo dovesti do povećanja tačnosti klasifikatora. Kao pravac daljeg istraživanja podrazumeva se prikupljanje sirovih podataka, tačnije samih audio signala pacijenta i testiranje naprednijih algoritama mašinskog učenja.

SLIKA 3: GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA DOBIJENIH TESTIRANJEM RAZLIČITIH MODELA



ugrađenu funkciju programskog okruženja Matlab. Promenom parametara ove funkcije, ustanovljeno je da finalni model postiže najveću tačnost koristeći linearnu kernel funkciju. Pored parametara kernel funkcije, korišćen je i parameter *BoxConstraint*, koji određuje koliko je rigorozan model.

IV. REZULTATI

Mere kojima su utvrđene mogućnosti formiranog klasifikatora jesu tačnost, osetljivost i stopa lažnih pozitivna.

U zavisnosti od načina na koji je formiran model i upotrebljenih obeležja, dobijene su različite vrednosti tačnosti, osetljivosti i senzitivnosti. Prvi model podrazumeva korišćenje svih obeležja. Drugi model podrazumeva korišćenje isključivo vokala. Treći i četvrti model podrazumevaju korišćenje uprosečenih vrednosti vokala i svih obeležja, respektivno (slika 3). Prilikom korišćenja svih obeležja u izvornom obliku, koja prethodno nisu modifikovana, dobijena tačnost iznosi 48,12%, osetljivost iznosi 54,21%, dok stopa pravih pozitivna iznosi 42,30%. Korišćenjem samo vokala, tačnost, senzitivnost i stopa pravih pozitivna iznose 55%, 58,33% i 51,7%, respektivno. Zatim, korišćenjem uprosečenih vokala dobijene mere iznose 57,5%, 60% i 55%. Finalni model, koji podrazumeva korišćenje svih obeležja uprosečenih po srednjoj vrednosti i standardnoj devijaciji, rezultuje merama 77,5% za tačnost, 80% za senzitivnost i 75% za stopu pravih pozitivna. U konkretnom slučaju, algoritam 77,5% ispitanika ispravno klasifikuje, 80%

Reference:

- [1] Senka Sardelić, Emica Farago, *Procena glasa i govora kod bolesnice obolele od Parkinsonove bolesti*, Univerzitet u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacioni centar, Odsek za logopediju, Maj 2012.
- [2] Maja Pušić, Ana Bonetti, Vladimira Vuletić, *Akustička procjena i samoprocjena glasa osoba s Parkinsonovom bolesti*, Univerzitet u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacioni centar, Klinička bolnica Dubrava, Septembar 2013.
- [3] Tatjana Žnidarec, *Poremećaji govora i gutanja kod osoba sa neurodegenerativnim bolestima*, Univerzitet u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacioni fakultet, Septembar 2018.
- [4] Betul Erdogdu Sakar, M. Erdem Isenkul, C. Okan Sakar, Ahmet Sertbas, Fikret Gurgun, Sakir Delil, Hulya Apaydin, and Olcay Kursun, *Collection and Analysis of a Parkinson Speech Dataset With Multiple Types of Sound Recordings*, IEEE Journal Of Biomedical And Health Informatics, Vol. 17, No. 4, July 2013.
- [5] *Parkinson Speech Dataset with Multiple Types of Sound Recordings Data Set* preuzeto sa: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Parkinson+Speech+Dataset+with++Multiple+Types+of+Sound+Recordings>