

Predmet: Sistemi bazirani na znanju

Tim: Tim 3

Članovi: SW6/2019 Nevena Prokić, SW23/2019 Rajko Zagorac

SISTEM ZA TUMAČENJE MOŽDANIH AKTIVNOSTI

MOTIVACIJA

Mozak predstavlja centralni koordinator našeg sistema. Znajući ovo, ima smisla uložiti vreme i trud u izučavanje njegovog funkcionisanja, radi poboljšanja kvaliteta života. U ovom projektu ćemo pratiti moždanu aktivnost pacijenata i time utvrditi zdravlje mozga ili pak postojanje nekih poremećaja poput Epilepsije, Nesanice, Alchajmerove bolesti ili ADHD-a.

PREGLED PROBLEMA

Imaćemo uvid u kartone pacijenata koji se sastoje od EEG snimaka i popunjenih upitnika koji ukazuju na potencijalne bolesti. Našim pacijentima ćemo nuditi dve vrste pregleda. U prvoj vrsti pregleda će pacijent popunjavati upitnike za odgovarajuće bolesti, gde će pitanja biti sastavljena u skladu sa domenskom ekspertizom. Nakon toga ćemo raditi monitoring stanja pacijenta i njegovih moždanih signala uz pomoć EEG-a kako bismo utvrdili zdravlje mozga. Druga vrsta pregleda je pregled opšte namene, gde samo vršimo monitoring moždanih signala uz pomoć EEG-a. Na kraju samih pregleda lekarima će biti omogućeno da, na osnovu unetih alergija pacijenta, dobiju preporučene lekove ukoliko pacijent ima neku od posmatranih bolesti. Slični sistemi postoje u literaturi, ali bi se naš izdvojio po tome što objedinjuje popunjavanje upitnika i praćenje signala u jedan sistem lak za korišćenje.

METODOLOGIJE RADA

Tipovi korisnika:

- lekar
- pacijent

Poremećaji koje sistem prati:

- Epilepsija
 - Nesanica
 - Alchajmerova bolest
 - ADHD
-

Funkcionalnosti sistema:

- *Prijava na sistem:* Lekari imaju predefinisane naloge, dok pacijenti dobijaju nalog nakon prvog pregleda putem email-a.

- *Istorija pregleda pacijenta:* Ova funkcionalnost je dostupna i za lekare i za pacijente. Za svaki pregled je moguće videti dobijene rezultate.

- *Pregled pacijenta bez upitnika:* Za vreme trajanja pregleda prikupljaju se vrednosti moždanih signala i prikazuju se na grafiku. Lekar sve vreme može da vrši monitoring odnosno posmatranje grafika. Na kraju obrade signala sistem prikazuje lekaru rezultate u vidu procentulane ocene zdravlja mozga. Takođe u ove rezultate su uključeni i pojedinačni procenti za različite anomalije mozga uz obrazloženje kako se do tih zaključaka došlo.

- *Pregled pacijenta sa upitnikom:* Ovaj pregled predstavlja proširenje pregleda bez upitnika tako što se pre analize moždanih signala popunjava upitnik za odgovarajuću anomaliju mozga koja se proverava. Upitnik sadrži predefinisani skup pitanja na koje je potrebno da pacijent odgovori. Na osnovu odgovora pacijenta sistem će odrediti procentualnu verovatnoću postojanja odgovarajuće bolesti.

- *Preporuka lekova u slučaju bolesti:* Na kraju izvršenih pregleda lekaru se nudi mogućnost da mu sistem predloži lekove i doze ukoliko pacijent ima neku od posmatranih bolesti. Lekar ima mogućnost da unese moguće alergije pacijenta, koje će kasnije uticati na izbor leka. Preporuka leka treba da bude izvršena na osnovu alergija, godina pacijenta i težine pacijentove bolesti.

Ulazi sistema:

U slučaju pregleda sa upitnikom ulaz u sistem predstavlja skup predefinisanih pitanja za određenu bolest. Ova pitanja ćemo navesti u nastavku rada u pregledu pravila.

Kod pregleda analize moždanih signala ulaz u sistem predstavlja stanje pacijenta i izmereni signal.

- Signali imaju frekvenciju, amplitudu i deo mozga u kome se javljaju. Postoje pet vrste signala: alfa, beta, gama, deta, teta.

- Stanja pacijenta:

- opušeno stanje sa zatvorenim očima
- pojačana aktivnost mozga (koncentracija, razmišljanje)
- visok nivo procesiranja podataka
- san
- napetost, emocionalni stres
-

Prilikom vršenja preporuke lekova, ulaz u sistem predstavljaju godine i moguće alergije pacijenta.

Izlaz sistema:

Kao izlaz iz sistema dobijamo procentualno vrednost zdravlja mozga. Takođe, ukoliko sistem proceni da postoji šansa za nekom od anomalija mozga, dobićemo kolika je ta šansa uz obrazloženje kako je sistem do tog zaključka došao. Osim toga, izlaz iz sistema u slučaju anomalije mozga biće preporučeni lekovi.

Pravila:

Prvo će biti prikazana pravila koja su vezana za upitnike a zatim za praćenje moždanih signala uz pomoć EEG. Za svaki upitnik ćemo prikazati listu pitanja koje će se postavljati pacijentu. Upitnici će predstavljati primer backwarda budući da krećemo od pretpostavke da osoba ima određenu bolest i kroz niz pitanja pokušavamo da otričemo koliko je to verovatno. Praćenje moždanih signala će predstavljati primer CEP-a i forward chaininga jer ćemo kroz određeni period trajanja pregleda posmatrati događaje generisanja signala koji se javljaju u mozgu i na osnovu njih odgovarati na to da li pacijent ima određenu bolest.

Epilepsija

1. Da li ste ikada imali napade u kojima ste izgubili svest ili postali dezorijentisani?
2. Koliko često imate napade?
3. Da li ste primetili da u toku vaših napada imate promene u osećanjima ili promene u svesti?
4. Da li ste primetili bilo kakve okidače koji prethode vašim napadima, kao što su manjak sna, emocionalni stres, alkohol, svetlost, zvukovi ili druge okolnosti?
5. Da li ste primetili bilo kakve motoričke simptome, poput trzanja udova, gubitka ravnoteže ili slično, tokom vaših napada?
6. Da li ste primetili bilo kakve senzorne simptome, poput promene vida, sluha, mirisa ili ukusa, tokom vaših napada?
7. Da li ste primetili bilo kakve promene u svesti, kao što su dezorijentacija, promene u ponašanju, gubitak kontakta s okolinom ili promene u svesti tokom vaših napada?
8. Da li je neko u porodici imao epilepsiju ili druge neurološke bolesti?
9. Da li ste doživeli povrede mozga ili traume u prošlosti?
10. Da li ste primetili bilo kakve druge simptome, kao što su glavobolje, promene raspoloženja, promene u kognitivnim funkcijama, promene u ponašanju ili emocionalnoj stabilnosti?

Sva pitanja možemo svrstati u pet kategorija: simptomi napada (pitanja - 1, 3, 5, 6, 7), učestalost i trajanje napada (pitanje - 2), okidači napada (pitanje - 4), faktori rizika (pitanja - 8, 9), dodatni simptomi (pitanje - 10). Ovde ćemo koristiti različite tipove odgovora: odgovori da/ne, odgovori nikad/retko/ponekad/često, odgovor kod učestalosti javljanja epilepsije (nikada, nekoliko puta u pet godina, nekoliko puta u godinu dana, nekoliko puta mesečno, nekoliko puta nedeljno). Svaki od odgovora će nositi određenu vrednost. Na primer, odgovori nikad/retko/ponekad/često će biti skalirani na vrednosti od 0 do 4. Takođe svaka od kategorija ima svoj prioritet. Vrednost za epilepsiju računamo kao kombinaciju vrednosti odgovora i kategorije.

Posmatraćemo pravila:

- Ako postoji objekat klase *EpilepsijaVremenskaStavka* dodaj izračunatu vrednost za epilepsiju u upitnik i povećaj brojčak gotovih odgovora.
- Ako postoji objekat klase *EpilepsijaDaNeStavka* dodaj izračunatu vrednost za epilepsiju u upitnik i povećaj brojčak gotovih odgovora.
- Ako postoji objekat klase *EpilepsijaUčestalostStavka* dodaj izračunatu vrednost za epilepsiju u upitnik i povećaj brojčak gotovih odgovora.
- Ako postoji objekat klase *EpilepsijaUpitnik* koji sadrži 10 procesuiranih odgovora, izračunaj verovatnoću da pacijent ima epilepsiju. Verovatnoću računamo tako što podelimo sumu procesuiranih odgovora sa maksimalnom vrednošću za epilepsiju.

ADHD

1. Da li ste primetili da imate poteškoća u održavanju pažnje na zadacima ili aktivnostima koje zahtevaju koncentraciju, kao što su školski zadaci, čitanje ili obavljanje kućnih poslova?
-

2. Da li ste primetili da često gubite stvari koje su vam potrebne za svakodnevne aktivnosti, kao što su ključevi, mobilni telefon, novčanik ili školski materijali?
3. Da li ste primetili da često zaboravljate obaveze ili zadatke koje ste morali obaviti, kao što su dogovoreni sastanci, rokovi za predaju domaćeg ili obaveze kod kuće?
4. Da li ste primetili da često menjate aktivnosti ili zadatke, bez da završite ono što ste započeli?
5. Da li ste primetili da vam je teško da se organizujete ili organizujete svoje stvari, kao što su školska torba, radni prostor ili raspored obaveza?
6. Da li ste primetili da imate poteškoća u praćenju uputstava ili smernica koje vam se daju, kao što su učiteljeva uputstva u školi ili uputstva za obavljanje zadataka na poslu?
7. Da li ste primetili da često delujete impulsivno ili bez razmišljanja o mogućim posledicama, kao što su prekidanje drugih ili donošenje brzopletih odluka?
8. Da li ste primetili da često delujete nemirno ili ne možete ostati na mestu ili u miru, kao što se često pomera rukama ili nogama, prelazite sa jednog mesta na drugo ili imate potrebu za konstantnom aktivnošću?
9. Da li ste primetili da često govorite previše ili ne možete sačekati red dok drugi govore?
10. Da li ste primetili da imate poteškoća sa organizovanjem vlastitog vremena ili obaveza, kao što su planiranje, obavljanje zadataka ili držanje rasporeda?

Sva pitanja možemo svrstati u tri kategorije: nepažnja (pitanja - 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10), hiperaktivnost (pitanje - 8), impulsivnost (pitanja - 7, 9). Ovde ćemo koristiti odgovore nikad/retko/ponekad/često koje ćemo skalirati na vrednosti od 0 do 4. Takođe svaka od kategorija ima svoj prioritet. Vrednost za ADHD računamo kao kombinaciju vrednosti odgovora i kategorije.

Posmatraćemo pravilo:

- Akumuliraj izračunatu vrednost za ADHD iz svih objekata *ADHDStavka* a zatim izračunaj verovatnoću da pacijent ima ADHD.

Nesanica

1. Koliko često imate problema sa spavanjem, kao što su poteškoće održavanja sna, ranog buđenja ili teškog uspavlivanja?
2. Koliko dugo traje vaša nesanica, tj. koliko dugo imate problema sa spavanjem?
3. Da li ste primetili da se problemi sa spavanjem javljaju samo u određenim situacijama, kao što su stresni periodi, promene u rasporedu spavanja, ili uzimanje određenih lekova?
4. Da li ste primetili da nakon noći s lošim snom imate osećaj umora, pospanosti ili lošeg raspoloženja tokom dana?
5. Da li ste primetili da vaša nesanica utiče na svakodnevnu funkcionalnost, kao što su radna učinkovitost, emocionalno stanje ili kvalitet života?
6. Da li ste pokušali da primenite različite tehnike za poboljšanje sna, kao što su promene u prehranbenim navikama, fizička aktivnost, promene u okruženju spavaće sobe ili korišćenje sredstava za spavanje?
7. Da li ste primetili da postoje određeni okidači ili faktori koji mogu pogoršati vašu nesanicu, kao što su konzumacija kofeina, alkohola ili stresne situacije pre spavanja?
8. Koliko često koristite sredstva za spavanje ili druge lekove kako biste lakše zaspali ili održavali san?
9. Da li ste primetili da vaša nesanica utiče na vaše odnose s drugima, kao što su porodica, prijatelji ili kolege na poslu?
10. Da li ste primetili bilo kakve druge simptome koji se mogu povezati s nesanicom, kao što su noćne more, noćno znojenje, nemirne noge ili druge promene u ponašanju?

Za svako od ovih pitanja možemo da odredimo različite tipove odgovora i njihove prioritete.

1. Problem sa spavanjem (nikad: 0, retko: 0.1, ponekad: 0.3, često: 0.5)
 2. Trajanje nesanice (kratko: 0, srednje: 0.2, dugo: 0.4)
 3. Situaciona nesanica (ne: 0, da: 0.2)
 4. Umor nakon lošeg sna (ne: 0, da: 0.3)
-

5. Uticaj na funkcionalnost (ne: 0, da: 0.4)
6. Pokušaji poboljšanja sna (ne: 0, da: -0.2)
7. Okidači nesanice (ne: 0, da: 0.3)
8. Upotreba lekova za spavanje (nikad: 0, retko: 0.1, ponekad: 0.3, često: 0.5)
9. Uticaj na odnose (ne: 0, da: 0.3)
10. Prateći simptomi (ne: 0, da: 0.2)

Možemo primetiti da neka pitanja vrednujemo više, a za pitanje broj 6 postoji negativan prioritet za potvrđan odgovor. Ukoliko pogledamo pitanja ovo ima smisla jer ukoliko osoba promeni prehablene navike ili ubaci fizičku aktivnost manje je verovatno da će imati problema sa nesanicom.

Posmatračemo 10 pravila (za svako pitanje po jedno pravilo). Daćemo prikaz jednog pravila, a analogno će biti odrađeno za ostalih 9 pravila.

rule 'problem sa spavanjem'

when postoji pitanje broj 1

then

switch pravilo.tipOdgovora

case nikad: add score 0

case retko: add score 1

case ponekad: add score 3

case cesto: add score 5

Na kraju ćemo još imati pravilo ako postoji objekat klase *NesanicaUpitnik* koji sadrži 10 procesuiranih odgovora, izdračunaj verovatnoću da pacijent ima nesanicu. Verovatnoću računamo tako što podelimo sumu procesuiranih odgovora sa maksimalnom vrednošću za nesanicu.

Alchajmer

1. Da li ste primetili promene u pamćenju ili sposobnosti za učenje?
 2. Da li ste primetili da se te promene pogoršavaju s vremenom?
 3. Da li ste primetili poteškoće u svakodnevnim aktivnostima koje su pre bile rutinske za vas, kao što su obavljanje kućnih poslova, upravljanje finansijama ili vođenje dnevnih beleški?
 4. Da li ste primetili promene u vašem ponašanju ili emocionalnom stanju, kao što su zaboravnost, dezorijentacija u poznatom okruženju, promene raspoloženja ili povlačenje iz društvenih aktivnosti?
 5. Da li ste primetili probleme s verbalnim ili pismenim izražavanjem, kao što su poteškoće u traženju ili korištenju reči, gubitak sposobnosti pisanja ili govora, ili poteškoće u komunikaciji s drugima?
 6. Da li ste primetili probleme s orijentacijom u vremenu, mestu ili prostoru, kao što su gubitak svesti o trenutnom datumu, mestu ili nedostatak prepoznavanja poznatih mesta?
 7. Da li ste primetili poteškoće u donošenju odluka, planiranju ili organiziranju, kao što su poteškoće u obavljanju svakodnevnih zadataka ili rešavanju jednostavnih problema?
 8. Da li ste primetili promene u vašem sposobnosti upravljanja finansijskim sredstvima, kao što su zaboravljanje plaćanja računa, problema s upravljanjem bankovnim računima ili promenama u finansijskim navikama?
 9. Da li ste primetili promene u vašem ponašanju u vezi s higijenom, kao što su poteškoće u održavanju lične higijene, zaboravljanje održavanja čistoće doma ili promene u svakodnevnim rutinama nege tela?
-

10. Da li ste primetili promene u vašem ponašanju ili sposobnostima koje su uticale na vaše odnose s drugima, kao što su promene u socijalnom ponašanju, povlačenje iz društvenih aktivnosti ili poteškoće u održavanju socijalnih veza?

Sva pitanja možemo svrstati u tri kategorije: kognitivne funkcije (pitanja - 1, 2, 6, 7), funkcije svakodnevnog života (pitanja - 3, 8, 9), socijalne i emocionalne funkcije (pitanja - 4, 5, 10). Kognitivnim funkcijama ćemo dodeliti težinu 2, funkcijama svakodnevnog života težinu 1 dok ćemo socijalnim i emocionalnim funkcijama dodeliti težinu 1.5. Ovde ćemo koristiti različite tipove odgovora nikad/retko/ponekad/često. Svaki od odgovora će nositi određenu vrednost kao i kod ostalih upitnika. Vrednost za Alchajmer računamo kao kombinaciju vrednosti odgovora i težina kategorija.

Posmatraćemo pravila:

- Akumuliraj izračunatu vrednost za Alchajmer iz svih objekata *AlchajmerVremenskaStavka* a zatim izračunaj verovatnoću da pacijent ima Alchajmer.

Posmatranje signala dobijenih uz pomoć EEG-a

U tabeli ispod su izdvojeni svi signali i normalne vrednosti za njih.

| Signal | Frekvencija | Amplituda | Predeo mozga | Stanje pacijenta |
|--------|-------------|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Alfa | 8 - 12 Hz | 50 μ V | Potiljačni, temeni i frontalni režanj | Opušteno stanje sa zatvorenim očima |
| Beta | 12 - 30 Hz | 20 μ V | Temeni i frontalni režanj | Pojačana aktivacija mozga |
| Gama | 30 - 100 Hz | 10 - 50 μ V | Može da se javi u svim režnjevima | Visok nivo procesiranja podataka |
| Delta | 0 - 4 Hz | 60 - 100 μ V | Može da se javi u svim režnjevima | San |
| Teta | 4 - 8 Hz | 70 μ V | Temeni i temporalni režanj | Napetost, emocionalni stres |

U tabeli ispod su izdvojene vrednosti talasa prilikom manifestovanja bolesti:

| Bolest | Talasi (posmatramo frekvenciju i/ili amplitudu) |
|------------|----------------------------------------------------|
| Epilepsija | Beta i Gama → povećana |
| Nesanica | Teta i Delta → smanjena/odsutna |
| Alchajmer | Teta i Delta → povećana Alfa → smanjena/odsutna |
| ADHD | Beta → povećana Alfa → smanjena |

Lista pravila prvog nivoa:

Prilikom formiranja pravila za prepoznavanje tipa talasa bismo koristili *template* mehanizam. U nastavku ćemo prikazati primer kako bi to moglo da izgleda.

```
template header
donjaFrekvencija
gornjaFrekvencija
donjaAmplituda
gornjaAmplituda
predeliMozga
stanjePacijenta
tipSignala

template "signal-template"

rule "signal_rule@{row.rowNumber}"
when
    $s: Signal(
        frekvencija <= @{gornjaFrekvencija},
        frekvencija >= @{donjaFrekvencija},
        amplituda <= @{gornjaAmplituda},
        amplituda >= @{donjaAmplituda},
        predeoMozga in @{predeliMozga},
        stanjePacijenta = @{stanjePacijenta}
    )
then
    modify($s){
        setTipSignala("${tipSignala}");
    }
end

end template
```

A ovako bi mogao da izgleda jedan red podataka za kreiranje pravila o proveru alfa talasa:

5,15,40,60,"potiljacniRezanj, temeniRezanj, frontalniRezanj", "opustenoStanje", alfa

Nakon prepoznavanja talasa ćemo posmatrati pravila pojedinačnih signala koji će kao rezultat dati jedan od pet objekata: *StavkaRezultataAlfaSignala*, *StavkaRezultataBetaSignala*, *StavkaRezultataGamaSignala*, *StavkaRezultataDeltaSignala*, *StavkaRezultataTetaSignala*. Ovi objekti će sadržati informacije o tome da li je signal povišen, smanjen ili je vrednost normalna.

Lista pravila drugog nivoa:

- if alfaSignal.frekvencija > 12 or alfaSignal.amplituda > 55
 then insert StavkaRezultataAlfaSignala(povisen=true)
 - if alfaSignal.frekvencija < 8 or alfaSignal.amplituda < 45
 then insert StavkaRezultataAlfaSignala(smanjen=true)
 - if alfaSignal.frekvencija >= 8 && alfaSignal.frekvencija <= 12 && alfaSignal.amplituda >= 45 && alfaSignal.amplituda <= 55
 then insert StavkaRezultataAlfaSignala(normalan=true)
 - if betaSignal.frekvencija > 30 or betaSignal.amplituda > 25
 then insert StavkaRezultataBetaSignala(povisen=true)
 - if betaSignal.frekvencija < 12 or betaSignal.amplituda < 15
-

- then insert StavkaRezultataBetaSignala(smanjen=true)
- if betaSignal.frekvencija >= 12 && betaSignal.frekvencija <= 30 && betaSignal.amplituda >= 15 && betaSignal.amplituda <= 25
 - then insert StavkaRezultataBetaSignala(normalan=true)
- if gamaSignal.frekvencija > 100 or gamaSignal.amplituda > 50
 - then insert StavkaRezultataGamaSignala(povisen=true)
- if gamaSignal.frekvencija < 30 or gamaSignal.amplituda < 10
 - then insert StavkaRezultataGamaSignala(smanjen=true)
- if gamaSignal.frekvencija >= 30 && gamaSignal.frekvencija <= 100 && gamaSignal.amplituda >= 10 && gamaSignal.amplituda <= 50
 - then insert StavkaRezultataGamaSignala(normalan=true)
- if deltaSignal.frekvencija > 4 or deltaSignal.amplituda > 100
 - then insert StavkaRezultataDeltaSignala(povisen=true)
- if deltaSignal.amplituda < 60
 - then insert StavkaRezultataDeltaSignala(smanjen=true)
- if deltaSignal.frekvencija >= 0 && deltaSignal.frekvencija <= 4 && deltaSignal.amplituda >= 60 && deltaSignal.amplituda <= 100
 - then insert StavkaRezultataDeltaSignala(normalan=true)
- if tetaSignal.frekvencija > 8 or tetaSignal.amplituda > 75
 - then insert StavkaRezultataTetaSignala(povisen=true)
- if tetaSignal.frekvencija < 4 or tetaSignal.amplituda < 65
 - then insert StavkaRezultataTetaSignala(smanjen=true)
- if tetaSignal.frekvencija >= 4 && tetaSignal.frekvencija <= 8 && tetaSignal.amplituda >= 65 && tetaSignal.amplituda <= 75
 - then insert StavkaRezultataTetaSignala(normalan=true)

Lista pravila trećeg nivoa:

- \$brPovisenih : accumulate StavkaRezultataAlfaSignala (povisen=true) over window[pregled.duration]
- \$brSmanjenih : accumulate StavkaRezultataAlfaSignala (smanjen=true) over window[pregled.duration]
- \$brNormalnih : accumulate StavkaRezultataAlfaSignala (normalan=true) over window[pregled.duration]
- \$ukupanBr : accumulate StavkaRezultataAlfaSignala over window[pregled.duration]
- then insert RezultatAlfaSignala(\$brPovisenih, \$brSmanjenih, \$brNormalnih, \$ukupanBr)

Ovo pravilo će biti kreirano analogno i za ostale signale.

Pravilo četvrtog nivoa:

```
- when $rezAlfa: RezultatAlfaSignala,  
    $rezBeta: RezultatBetaSignala,  
    $rezGama: RezultatGamaSignala,  
    $rezDelta: RezultatDeltaSignala,  
    $rezTeta: RezultatTetaSignala,  
    $ukupanBrojSignala : $rezAlfa.ukupanBroj + $rezBeta.ukupanBroj + $rezGama.ukupanBroj +  
    $rezDelta.ukupanBroj + $rezTeta.ukupanBroj  
    $ukupanProcenatAlfa: $rezAlfa.ukupanBroj / $ukupanBrojSignala  
    $ukupanProcenatBeta: $rezBeta.ukupanBroj / $ukupanBrojSignala  
    $ukupanProcenatGama: $rezGama.ukupanBroj / $ukupanBrojSignala  
    $ukupanProcenatDelta: $rezDelta.ukupanBroj / $ukupanBrojSignala  
    $ukupanProcenatTeta: $rezTeta.ukupanBroj / $ukupanBrojSignala  
  
    $procenatEpilepsije: ($rezBeta.poviseno + $rezGama.poviseno) / 2  
    $procenatNesanice: max( ($rezTeta.smanjeno + $rezDelta.smanjeno) / 2,  
        ($rezTeta.smanjeno + (100 - $ukupanProcenatDelta))/2,  
        ($rezDelta.smanjeno + (100 - $ukupanProcenatTeta))/2,  
        ((100 - $ukupanProcenatDelta) + (100 - $ukupanProcenatTeta))/2)  
    $procenatAlchajmera: max( ($rezTeta.povisen + $rezDelta.povisen + $rezAlfa.smanjeno)/3,  
        ($rezTeta.povisen + $rezDelta.povisen +(100 - $ukupanProcenatAlfa))/3)  
    $procenatADHD: ($rezBeta.poviseno + $rezAlfa.smanjeno) / 2  
then  
    insert RezultatPregleda($procenatEpilepsije,$procenatNesanice,$procenatAlchajmera,  
        $procenatADHD)
```

Na osnovu ovog rezultata ćemo lekaru prikazati pojedinačne procenat za svaku od bolesti, a ukoliko je bio popunjen neki od upitnika konačan rezultat će predstavljati prosečnu vrednost. Važno je napomenuti da je ovo specifikacija i prototip pravila, i da su bilo kakvi implementacioni detalji izostavljeni (na primer, jasno je da će svaki od insertovanih objekata imati referencu ka objektu pregleda).

Preporuka lekova

Ukoliko sistem prepozna neku od bolesti kod pacijenta, lekaru će se nuditi mogućnost da mu sistem preporuči lekove za tu bolest na osnovu karakteristika pacijenta. Nakon pregleda lekar štiklira stvari na koje je pacijent alergičan i pušta sistem da predloži dijagnozu. U bazi znanja ćemo imati skup opšte prihvaćenih lekova za svaku od pojedinačnih bolesti. Svaki od lekova je primenljiv za određene uzraste pacijenta i težine bolesti. Ispod slede prototipi pravila koja predstavljaju *forward chaining* sa četiri nivoa.

Prvi nivo (koristićemo *template* na osnovu tipa leka):

```
template_header
tipLeka

rule "IzbaciLekoveNaKojJePacijentAlergican"
when
  $pacijent: Pacijent( alergije != null, $alergije: alergije )
  $lek: Lek(tip = @{tipLeka}, sastojci.any { sastojak -> $alergije.contains(sastojak)})
then
  $lek.setOdgovara(false);
  update($lek);
end

rule "IzbaciLekoveKojiNeOdgovarajuUzrastuPacijenta"
when
  $pacijent: Pacijent( $uzrast = uzrast )
  $lek: Lek(tip = @{tipLeka}, $uzrast not in dozvoljeniUzrasti)
then
  $lek.setOdgovara(false);
  update($lek);
end
```

Drugi nivo (navešćemo primer za ADHD, a analogno će biti urađeno i za ostale bolesti):

```
rule "PrioritizujADHDLekoveBlagaBolest"
when
  $pacijent: Pacijent( verovatnocaZaADHD > 50 && verovatnocaZaADHD <= 60 )
  $lek: Lek( tip = ADHD, blagaBolest= true )
then
  $lek.setPrioritet(1);
  update($lek);
end

rule "PrioritizujADHDLekoveSrednjaBolest"
when
  $pacijent: Pacijent( verovatnocaZaADHD > 60 && verovatnocaZaADHD < 80 )
  $lek: Lek( tip = ADHD, srednjaBolest= true )
then
  $lek.setPrioritet(1);
  update($lek);
end

rule "PrioritizujADHDLekoveTeskaBolest"
when
  $pacijent: Pacijent( verovatnocaZaADHD >= 80 )
  $lek: Lek( tip = ADHD, teskaBolest= true )
then
  $lek.setPrioritet(1);
  update($lek);
end
```

Treći nivo (koristimo *template*):

```
template_header
name,
uzrast,
opisDoze

rule "SetOpisDoze"
when
  $pacijent: Pacijent(uzrast = @{uzrast})
  $lek: Lek( name = @{name})
then
```

```

$lek.setOpisDoze(@{opisDoze});
update($lek);
end

```

Primeri redova podataka:

"Methylphenidate", "DECA", "Obično se počinje sa 5 mg dva puta dnevno (pre doručka i ručka). Doza se može povećavati nedeljno za 5-10 mg/dan do maksimalne doze od 50 mg/dan."

"Methylphenidate", "ADOLESCENTI", "Obično se počinje sa 5 mg dva puta dnevno (pre doručka i ručka). Doza se može povećavati nedeljno za 5-10 mg/dan do maksimalne doze od 50 mg/dan."

"Methylphenidate", "ODRASLI", "Obično se počinje sa 5 mg dva puta dnevno (pre doručka i ručka). Doza se može povećavati nedeljno za 5-10 mg/dan do maksimalne doze od 60 mg/dan."

"Amphetamine", "DECA", "Obično se počinje sa 5 mg jednom ili dva puta dnevno. Doza se može povećavati nedeljno za 5 mg/dan do maksimalne doze od 30 mg/dan."

"Amphetamine", "ADOLESCENTI", "Obično se počinje sa 10 mg jednom dnevno. Doza se može povećavati nedeljno za 10 mg/dan do maksimalne doze od 40 mg/dan."

"Amphetamine", "ODRASLI", "Obično se počinje sa 10 mg jednom dnevno. Doza se može povećavati nedeljno za 10 mg/dan do maksimalne doze od 40 mg/dan."

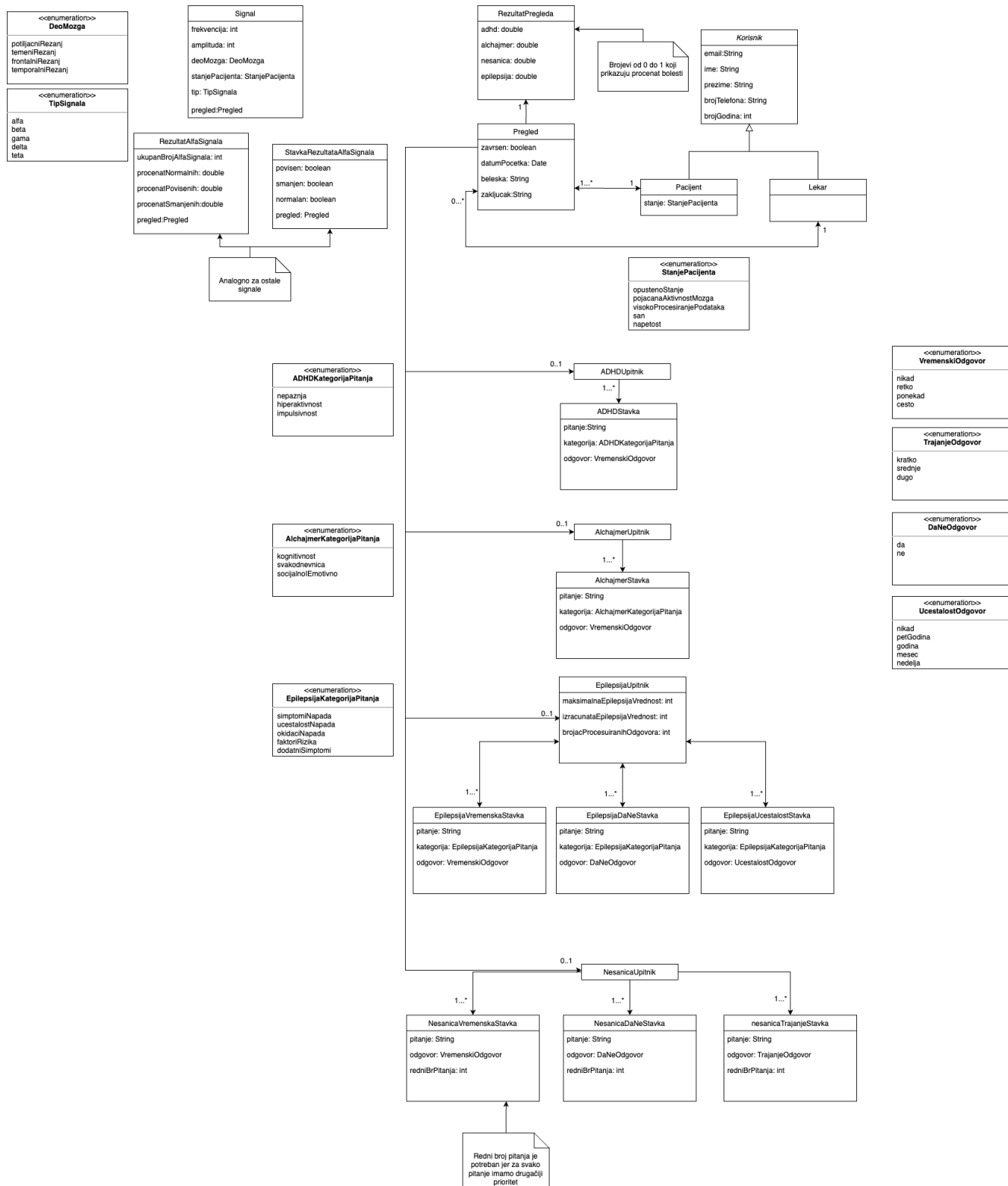
Četvrti nivo:

```

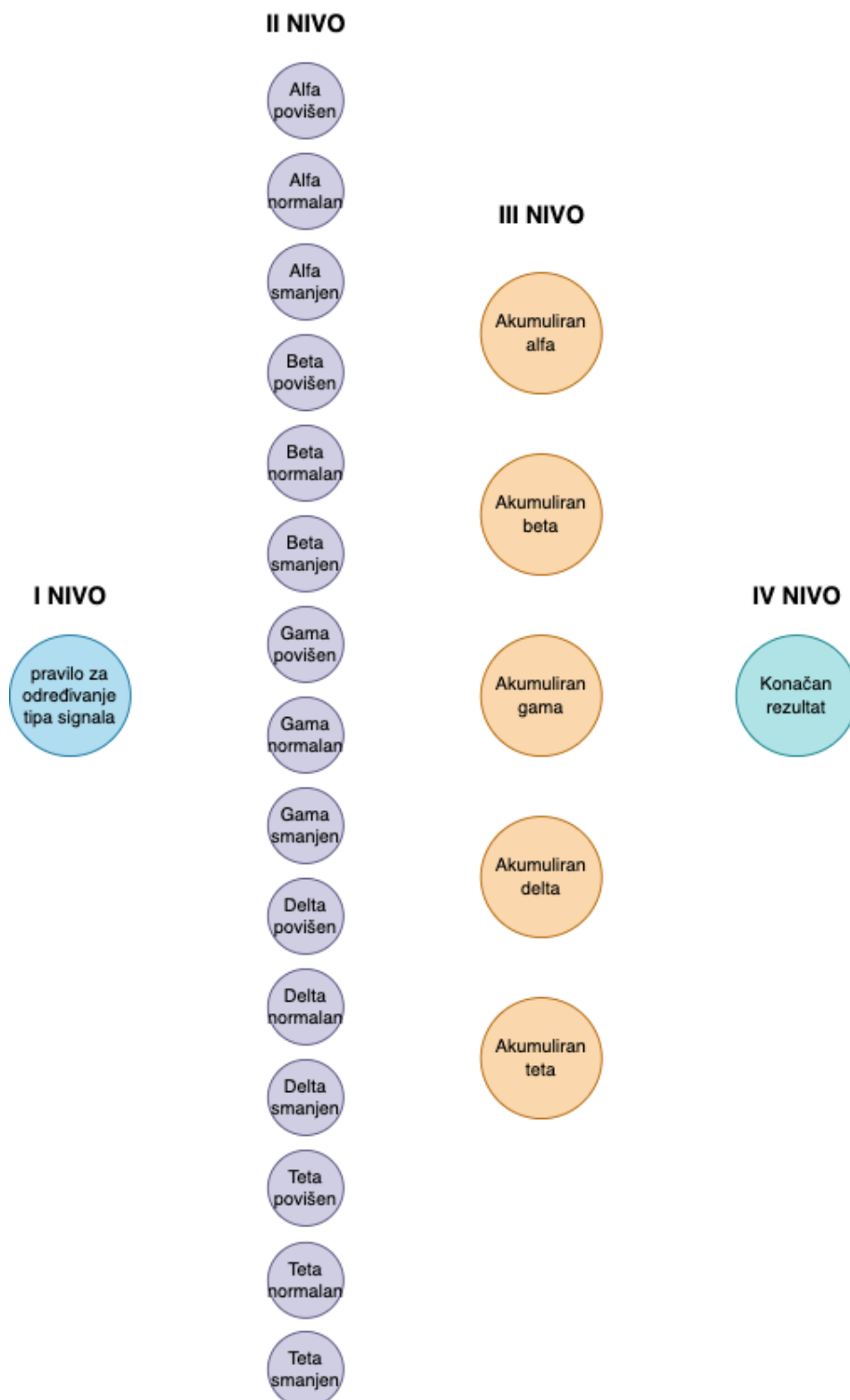
rule "PredloziLekove"
when
  $pacijent: Pacijent( $id: id )
  $lekovi: List() from collect( Lek(pacijentId=$id, odgovara=true, tip=${tip} ) )
then
  List<Lek> sortiraniLekovi = $lekovi.stream()
                                .sorted(Comparator.comparing(Lek::getPrioritet())
                                .reversed())
                                .collect(Collectors.toList());
  $pacijent.setPredlozeniLekovi(sortiraniLekovi);
  update($pacijent);
end

```

Na slici ispod je dat pojednostavljen prikaz modela podataka.



Na slici ispod je prikazana hijerarhija izvršavanja pravila obrade signala po nivoima. Prvo se izvršavaju pravila prvog nivoa, zatim drugog, trećeg i na kraju konačno pravilo četvrtog nivoa.



Na slici ispod je prikazana hijerarhija izvršavanja pravila preporuke lekova po nivoima.

