

# Implementacija vmesnika možgani računalnik za klasifikacijo med dvema motoričnima aktivnostima

Jure Zajc

January 15, 2021

## 1 Uvod

Za izpitni seminar pri predmetu KČR smo izbrali implementacijo vmesnika možgani-računalnik za klasifikacijo med dvema motoričnima aktivnostima. Izbrali smo posnetke, ki vsebujejo zamišljanje motoričnih aktivnosti, torej posnetke 4, 8 in 12 iz baze **EEGMMI DS** [1]. Implementirali smo ga s pomočjo metode skupnih prostorskih vzorcev (angl. Common Spatial Patterns, CSP [2]).

## 2 Metode

Razvili smo metodo CSP, to je metoda za ekstrakcijo značilnosti, ki projicira večkanalne **EEG** [3] signale v podprostor signalov (prostor komponent), kjer maksimizira varianco vzorcev enega stanja in istočasno minimizira varianco vzorcev drugega stanja. Za učinkovito delovanje metode CSP smo matriko  $W$  izračunali na osnovi povprečnih intervalov zamišljanj obeh stanj, oziroma na osnovi učnih intervalov.

Intervale zamišljanja smo brali glede na časovni interval, ki smo ga definirali v našem algoritmu, na primer 4s. Potem smo v prostoru stanj signale filtrirali s KEO filtrom, kjer smo postavili meje  $8 - 13Hz$ , značilke smo izločili s pomočjo operatorjev  $Var$  in  $Log$  (varianca in logaritem). Za klasifikacijsko značilko smo uporabili klasifikatorja linearno diskriminantno analizo (**LDA**) [4] ter kvadratno diskriminantno analizo (**QDA**) [5].

Opisani algoritem razvijemo v okolju Matlab Online [6], z uporabo knjižnice **wtdb** [7]. Matlab je visoko profesionalno orodje, ki omogoča možnosti za računanje, vizualizacijo in programiranje v enostavnem programskem jeziku.

## 3 Povezava s Predavanji

V tem poglavju predstavimo povezavo naloge s snovjo iz predavanj.

### 3.1 Elektroencefalogram

Skupna električna aktivnost možganske skorje, na globini do nekaj *mm* ustvari električno polje, ki je dovolj močno, da ga lahko izmerimo na površini glave. Takšno izmerjeno aktivnost imenujemo **EEG**. Aktivnost možganske skorje pa merimo s pomočjo **EEG** snemalne aparature, ki meri električno možgansko aktivnost, ki jo povzoroči pretok električnih tokov med vzubranjem nevronov.

### 3.2 Podatkovna baza EEGMMI DS

Ta podatkovna baza je prosto dostopna, zato je primerna za raziskovanje. Podatkovno bazo sestavlja 1500 eno do dvominutnih posnetkov, pridobljenih od 109 prostovoljcev. Subjekti so opravljali različne naloge medtem, ko so 64-kanalne EEG-je posnemali s pomočjo BCI2000 [8] sistema. Vsak subjekt je opravil 14 poskusnih tekov: dva eno-minutna osnovna teka (en z odprtimi očmi, en z zaprtimi očmi) in tri dvo-minutne teke [9].

### 3.3 Metoda CSP

Metoda Skupnih prostorskih vzorcev je metoda ekstrakcije značilnosti, ki projicira večkanalne EEG signale v podprostor signalov, kjer so razlike med razredi poudarjene in podobnosti minimizirane. Njen cilj je, da naknadno izboljša klasifikacijo z oblikovanjem prostorskega filtra, ki vhodne podatke pretvori v izhodne podatke z optimalno varianco za kasnejše razlikovanje. Metodo CSP smo v nalogi uporabili tako, da smo posnetke EEG signalov predelali v nove signale v prostoru komponent.

## 4 Rezultati

Pri testiranju uporabljamo podatkovno bazo EEGMMI [1], katera vsebuje nabor možganskih signalov različnih oseb v različnih stanjih (od mirovanja do gibanja). Izbrali smo subjekt S001. Nad njim smo izvedli svoj algoritem, kjer smo implementirali metodi CSP, KEO filtriranje in izločanje značilk. Nato smo poglali skripto za klasifikacijo, za glavna klasifikatorja smo izbrali LDA in QDA. Za določanje zmogljivosti klasifikacije smo uporabili mere, kot so senзитivnost (SE), specifičnost (SP), klasifikacijska točnost (CA) in površina pod krivuljo ROC (AUC). Rezultate smo dobili s pomočjo Matlab skripte `doClassification.m`, katera je dostopna na učilnici FRI. Za to smo potrebovali dve datoteki, kateri proizvede naš algoritem. `S001featureVectors.txt` datoteka nam poda vektorje, ki nam poda značilke v prostoru značilk iz razreda `S001referenceClass.txt`. To naredimo s ukazom `doClassification(vec,ref, 1,1, 10, 50, 0);`

Ime	SE	SP	CA	AUC
<b>LDA</b>	81.51	86.32	84.21	83.97
<b>QDA</b>	81.51	86.32	84.24	84.01

Table 1: Hitrost branja vsake 4s.

Ugotovili smo, da sta rezultata skoraj identična, edino razliko smo opazili pri vrednosti AUC. Klasifikacijska točnost je zelo dobra, saj je dosegla dobrih 84%. Odločili smo se, da stestiramo rezultate še tako, da spremenimo interval zamišljanja na 3s.

Ime	SE	SP	CA	AUC
<b>LDA</b>	81.51	86.32	84.21	90.21
<b>QDA</b>	81.51	82.12	84.01	85.21

Table 2: Hitrost branja vsake 3s.

Če smo spremenili časovni interval, rezultati ne dobijo večjih sprememb, razen pri klasifikatorju QDA, ki je dosegel manjšo klasifikacijsko točnost, AUC pa se jeboljšal pri LDA.

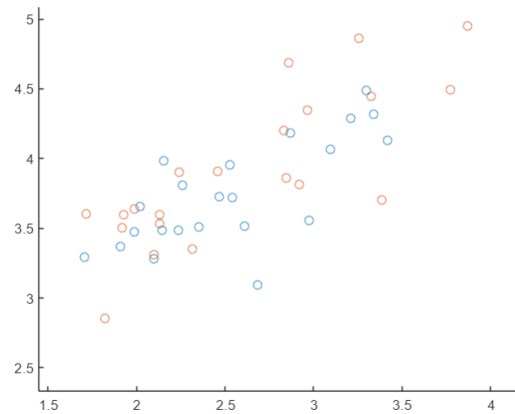


Figure 1: Prikaz značilnk z diagramom raztrosa

## 5 Zaključek

Kljub enostavnosti algoritma smo z dobljenimi rezultati zadovoljni. Naš algoritem je dosegel visoko klasifikacijsko točnost za izbrani subjekt. Za nadaljno delo bi lahko izbrali še kakšen drug klasifikator in ga primerjali, saj se nam dozdeva, da so rezultati med različnimi klasifikatorji preveč podobni.

## References

- [1] Eeg motor movement/imagery dataset v1.0.0. <https://physionet.org/content/eegmmidb/1.0.0/>. (Accessed on 26.12.2020).
- [2] Wikipedia contributors. Common spatial pattern — Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Common\\_spatial\\_pattern&oldid=940546638](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Common_spatial_pattern&oldid=940546638), 2020. [Online; accessed 15-January-2021].
- [3] Wikipedia contributors. Electroencephalography — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Electroencephalography&oldid=1000272078>, 2021. [Online; accessed 15-January-2021].
- [4] Wikipedia contributors. Linear discriminant analysis — Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Linear\\_discriminant\\_analysis&oldid=991331548](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Linear_discriminant_analysis&oldid=991331548), 2020. [Online; accessed 15-January-2021].
- [5] Wikipedia contributors. Quadratic classifier — Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Quadratic\\_classifier&oldid=947977277](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Quadratic_classifier&oldid=947977277), 2020. [Online; accessed 15-January-2021].
- [6] Matlab online r2020b. <https://matlab.mathworks.com/>. (Accessed on 14.1.2020).
- [7] Wfdb toolbox for matlab and octave. <https://archive.physionet.org/physiotools/matlab/wfdb-app-matlab/>. (Accessed on 26.12.2020).
- [8] Wikipedia contributors. Bci2000 — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=BCI2000&oldid=980754549>, 2020. [Online; accessed 15-January-2021].
- [9] MATEO KALEM. Klasifikacija intervalov elektroencefalograma med zamišljanjem motoričnih aktivnosti. 2020.