

Razvoj sistema za merenje muzički stimulisanog EEG odziva

Mario Volaš, Sanja Mandić, Platon Sovilj

Apstrakt—Ovaj rad predstavlja prikaz sistema za merenje muzički stimulisanog EEG odziva. Centralni deo rada predstavlja eksperimentalna platforma kompanije „EMOTIV“, koja pomoću svojih hardverskih i softverskih alata pruža mogućnost akvizicije i obrade EEG signala. Cilj rada je bio razviti softverske alate koji će sinhronizovati rad sistema „EMOTIV Insight 2“ sa programom za reprodukciju muzike i zvukova, kako bi se uhvatili promene u EEG odzivu.

Ključne reči—EEG, EMOTIV, python

I. UVOD

Uticaj muzike na kognitivne sposobnosti čoveka je jedna od tema koja je dugo privlačila pažnju istraživača u polju psihologije i neurologije. Mnogi ljudi veruju da muzika ima pozitivan efekat na naš mozak, uključujući i poboljšanje memorije, pažnje i kreativnosti. Ipak, iako postoji mnogo anegdotskih dokaza i nekih naučnih studija kojima se sugerise da muzika može imati korisne efekte na kognitivne funkcije, postoji još mnogo pitanja koja su otvorena za raspravu i dalje istraživanje.

U današnje vreme, očekivani životni vek se produžava, što je pozitivno za čoveka, ali ovo donosi sa sobom i opadanje naših kognitivnih funkcija u kasnijim godinama [1]. Procenjuje se da će do 2050. godine 114 miliona ljudi živeti sa demencijom, i tako će ovo biti jedan od glavnih uzroka invaliditeta kod starije populacije [2].

Postoje dokazi koji pokazuju da slušanje muzike može dovesti do pozitivnih efekata kada je u pitanju starenje i opadanje kognitivnih funkcija. U jednom istraživanju, ljudi sa smanjenim kognitivnim funkcijama koji su slušali muziku 12 minuta svakog dana tokom 12 nedelja pokazali su smanjenje čelijskog biomarkera starenja u krvi, kao i poboljšanje pamćenja, raspoloženja, sna i izvršne kognitivne funkcije [3].

Takođe, dokzano je da postoji veza sa puštanjem muzike bebama u prenatalnom periodu je povezano sa boljom neuralnom povezanošću frekvencijama neophodnim za govor [4].

Mario Volaš – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: mariovolas@gmail.com)

Sanja Mandić – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: sanja.mandic98@gmail.com)

Platon Sovilj – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: platon@uns.ac.rs)

U ovom istraživanju smo koristili sistem „EMOTIV Insight 2“, koji je uređaj za snimanje elektroencefalograma (EEG) i koji nam omogućava da pratimo aktivnost mozga tokom slušanja muzike. Ovaj uređaj je vrlo koristan u istraživanju kognitivnih procesa i može nam pružiti uvid u to kako muzika utiče na različite regije mozga i kako to utiče na kognitivne sposobnosti. Korišćenje ovog sistema je omogućilo preciznije i detaljnije analize efekata muzike na kognitivne sposobnosti u našem istraživanju.

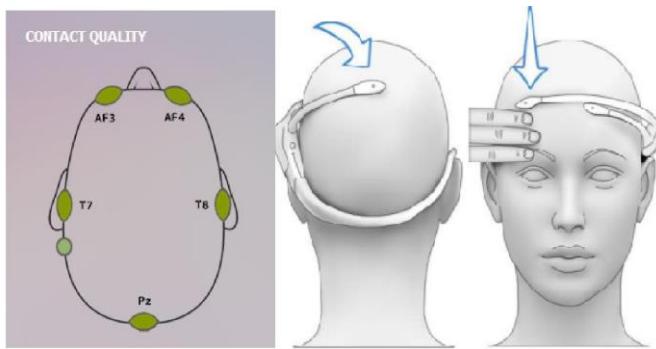
II. EMOTIV INSIGHT 2



Sl. 1. Izgled uređaja EMOTIV Insight 2

EMOTIV Insight 2 je uređaj koji se koristi za snimanje elektroencefalograma (EEG) i koji omogućava praćenje aktivnosti mozga tokom različitih aktivnosti, uključujući slušanje muzike. Ovaj uređaj se sastoji od nekoliko senzora koji se postavljaju na glavu korisnika i koji meri električne signale koje proizvodi mozak. EMOTIV Insight 2 koristi suvu elektrodu, što znači da nema potrebe za nanošenjem gela na kožu, što može biti neugodno za korisnike.

Jedna od glavnih prednosti EMOTIV Insight 2 je njegova jednostavnost upotrebe i prijatnost za korisnika. Nakon što se senzori postave na glavu, korisnik može da pokrene aplikaciju na svom računaru ili mobilnom uređaju koja će prikazati podatke o aktivnosti mozga u realnom vremenu. Ova aplikacija takođe omogućava korisnicima da prate svoju aktivnost mozga tokom vremena i da vide kako različite aktivnosti ili stimulansi utiču na njihovu kognitivnu aktivnost.



Sl. 2. Način postavljanja uređaja EMOTIV Insight Pro

EMOTIV Insight 2 je takođe koristan alat za istraživanje kognitivnih procesa i može se koristiti u brojnim istraživanjima kako bi se utvrdilo kako različiti faktori utiču na mozak i kognitivne sposobnosti. U kombinaciji sa drugim metodama istraživanja, poput psiholoških testova ili anketiranja, *EMOTIV Insight 2* može pružiti dragocene podatke o kognitivnim procesima i efektima različitih stimulansa na mozak [5].

III. SOFTVERSKI PAKET EMOTIV

EMOTIV PRO toolkit je softverski paket koji prati *EMOTIV EEG* uređaj i omogućava korisnicima da prikupljaju, analiziraju i interpretiraju EEG podatke. Ovaj paket softvera koristi se za istraživanje kognitivnih procesa, emocija i mentalnih stanja, kao i za razvoj aplikacija koje se baziraju na EEG tehnologiji.

EMOTIV PRO toolkit ima različite module koji omogućavaju korisnicima da obave različite vrste analiza. Na primer, „*Live Mode*“ modul omogućava korisnicima da prikupljaju i analiziraju EEG podatke u realnom vremenu. Ovaj modul se često koristi u kliničkim i istraživačkim okruženjima kako bi se pratile promene u mentalnom stanju pacijenata tokom vremena.



Sl. 3. Izgled EMOTIV PRO toolkit-a

Druzi moduli u okviru *EMOTIV PRO toolkit*-a uključuju „*Offline Analysis*“ modul, koji omogućava korisnicima da analiziraju EEG podatke nakon što su prikupljeni, i „*Mental Commands*“ modul, koji omogućava korisnicima da razviju aplikacije koje se baziraju na EEG tehnologiji za kontrolu uređaja putem mentalnih komandi. [6]

EMOTIV PRO toolkit takođe omogućava korisnicima da izvezu i uvezu EEG podatke u različitim formatima, kao što je CSV. Ovo omogućava korisnicima da obrađuju podatke pomoću drugih alata i softvera. Ta mogućnost je bila ključna za sistem koji je prikazan u ovom radu, pošto je iz CSV datoteka moguće odrediti u kojim trenucima se dešava promena kod ispitanika. Vremenski trenuci su u ovu datoteku upisani u *epoch* vremenskom formatu, što označava broj sekundi koje su prošle od 1. januara 1970. godine.

IV. APLIKACIJA ZA REPRODUKCIJU MUZIKE

Aplikacija ima za cilj da reprodukuje muziku koja se koristi u istraživanju i da beleži početak i kraj reprodukovanja numere u CSV datoteku. Aplikacija za beleženje vremena početka i kraja numera takođe koristi *epoch* format, tako da su CSV datoteke lako uporedive. Za izradu aplikacije korišćen je Python programski jezik.

Ovaj kod koristi VLC biblioteku u Python-u kako bi se numere reprodukovale. Jedna od ključnih prednosti korišćenja VLC-a u Python-u je jednostavnost korišćenja. VLC je dostupan kao Python modul koji se može instalirati jednostavnom komandom `"pip install python-vlc"`. Nakon instalacije, modul se može importovati u Python kodu, što omogućava korišćenje različitih funkcija i metoda za reprodukciju muzike. [7]

Još jedna ključna biblioteka u ovom kodu je „*time*“. Ona omogućava pristup informacijama o vremenu kao što su trenutno vreme na računaru, tajmeri, pauze u programu i slično. Ova biblioteka je ugrađena u sam programski jezik, tako da nema potrebe instalirati je posebno.

Sama aplikacija se izvršava linearno, i to u sledećim blokovima:

- Importovanje potrebnih modula - U ovom bloku se dodaju moduli „*vlc*“ i „*time*“ koji su neophodni za izvršavanje koda
- Definisanje funkcija „*fade_in*“ i „*fade_out*“ – Kako se rezultati istraživanja ne bi remetili reakcijom na naglu promenu numera, bilo je potrebno koristiti funkcije za postepeno pojačavanje i smanjivanje jačine zvuka. Ove funkcije ne postoje u „*vlc*“ biblioteci, pa je bilo potrebno naknadno ih dodati.
- Definisanje *media* datoteka - Definisan je rečnik koji povezuje numere sa njihovim putanjama u direktorijumu, kao i sa pozicijom vremena na koju se želi postaviti numera u početnom trenutku.

- Definisanje CSV datoteke – CSV datoteka služi da se u nju upisuju nazivi numera koje se reprodukuju, kao i vremenski trenuci početka i kraja reprodukcije. U ovom bloku se otvara CSV datoteka „*Timestamps.csv*“, i u nju se upisuje zaglavje.
- Korisnički unos – Kako bi kod nastavio da se izvršava, potrebno je da korisnik pritisne „ENTER“ taster na tastaturi.
- Reprodukacija numera – Reprodukcija numera se izvršava u petlji, u kojoj se prolazi kroz svaki ključ u rečniku. Prvo se beleži vreme početka reprodukcije pesme kao trenutno vreme u sekundama pomoću funkcije „*time()*“. Zatim se numera pokreće i postepeno pojačava, polazeći od trenutka zadatog u rečniku. Nakon toga se čeka deset sekundi, i tada numera postepeno iščezava. Beleži se vreme zaustavljanja numere, i u CSV datoteku se upisuju vremena početka i kraja reprodukcije.

Na slici 4. je prikazan izgled CSV datoteke nakon tri reprodukovane numere.

Opis MMF	Timestamp(start)	Timestamp(stop)
VIVALDI – Spring.mp3	1682519286.261795	1682519300.3877213
Pink Floyd – Comfortably Numb.mp3	1682519300.4000757	1682519314.5237744
AC/DC – T.N.T.mp3	1682519314.5374243	1682519328.6640651

Sl. 3. CSV datoteka kreirana od strane aplikacije

V.ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je da se isprati razvoj uređaja za merenje EEG signala, i da se pomoću njih dalje analizira uticaj muzike na čoveka.

Izrađen je sistem za merenje muzički stimulisanog EEG odziva pomoću *EMOTIV Insight 2* sistema i *python* aplikacije za reprodukciju muzike. Ovaj sistem omogućava da se povežu rezultati merenja EEG signala sa vremenskim trenucima u kojima se muzičke numere reprodukuju, kako bi se nakon toga ovi rezultati mogli obradivati.

Kako je obrada EEG signala snimljenih pomoću *EMOTIV Insight 2* sistema veoma složen proces, za koji je potrebno primeniti znanje iz oblasti statistike, obrade signala, neurologije, psihologije i drugih oblasti, ovaj rad predstavlja samo tehničku podlogu za dalja istraživanja.

ZAHVALNICA

Ovo istraživanje (ovaj rad) je podržan(o) od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija kroz projekat broj 451-03-47/2023-01/200156 "Inovativna naučna i umetnička istraživanja iz domena delatnosti FTN-a".

LITERATURA

- [1] Christie, G. J., Hamilton, T., Manor, B. D., Farb, N. A. S., Farzan, F., Sixsmith, A., et al. (2017). Do lifestyle activities protect against cognitive decline in aging?
- [2] World Health Organization (2012). World Health Organization dementia: A public health priority.
- [3] Innes KE, Selfe TK, Brundage K *et al.* (2018) Effects of Meditation and Music-Listening on Blood Biomarkers of Cellular Aging and Alzheimer's Disease in Adults with Subjective Cognitive Decline: An Exploratory Randomized Clinical Trial. *J Alzheimers Dis* 66, 947-970.
- [4] <https://neurosciencenews.com/pregnancy-music-speech-22997/>
- [5] <https://www.emotiv.com/insight/>
- [6] EMOTIV PRO User Manual, EMOTIV Inc.
- [7] <https://pypi.org/project/python-vlc/>

ABSTRACT

This paper presents a system for measuring the musically stimulated EEG response. The central part of the work is represented by the experimental platform of the company "EMOTIV", which, with its hardware and software tools, provides the possibility of acquisition and processing of EEG signals. The aim of the work was to develop software tools that will synchronize the operation of the "EMOTIV Insight 2" system with a program for playing music and sounds, in order to capture changes in the EEG response.

Development of a system for measuring musically stimulated EEG response

Mario Volaš, Sanja Mandić, Platon Sovilj