

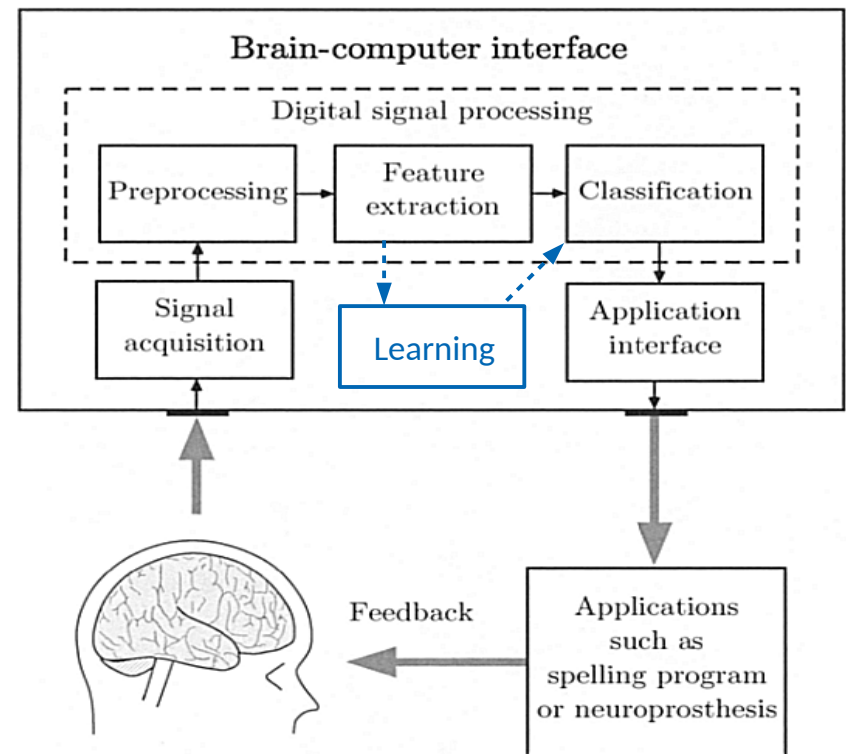


VMR APLIKCIJE

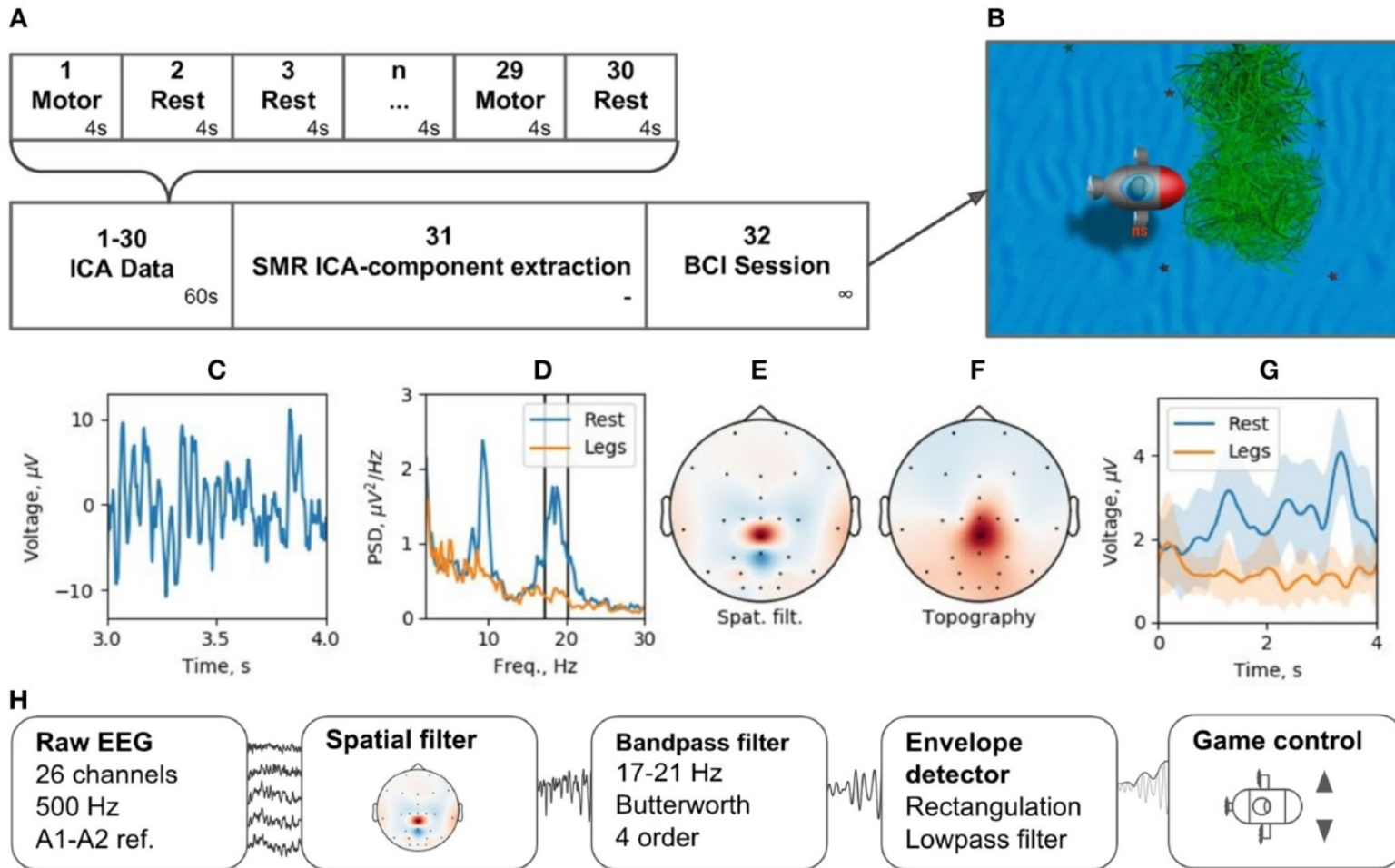
- Faze procesiranja signalov EEG med interakcijo možgani računalnik
- Zamišljanje motoričnih aktivnosti
- BCI2000: Vmesnik možgani računalnik za splošne namene
- Aplikacija za črkovanje (potenciali P300)
- Aplikacija za črkovanje (motorične aktivnosti)
- Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik
- Premikanje kurzorja na osnovi premikanja oči
- (Dodatni materiali)

Faze procesiranja signalov EEG med interakcijo možgani računalnik

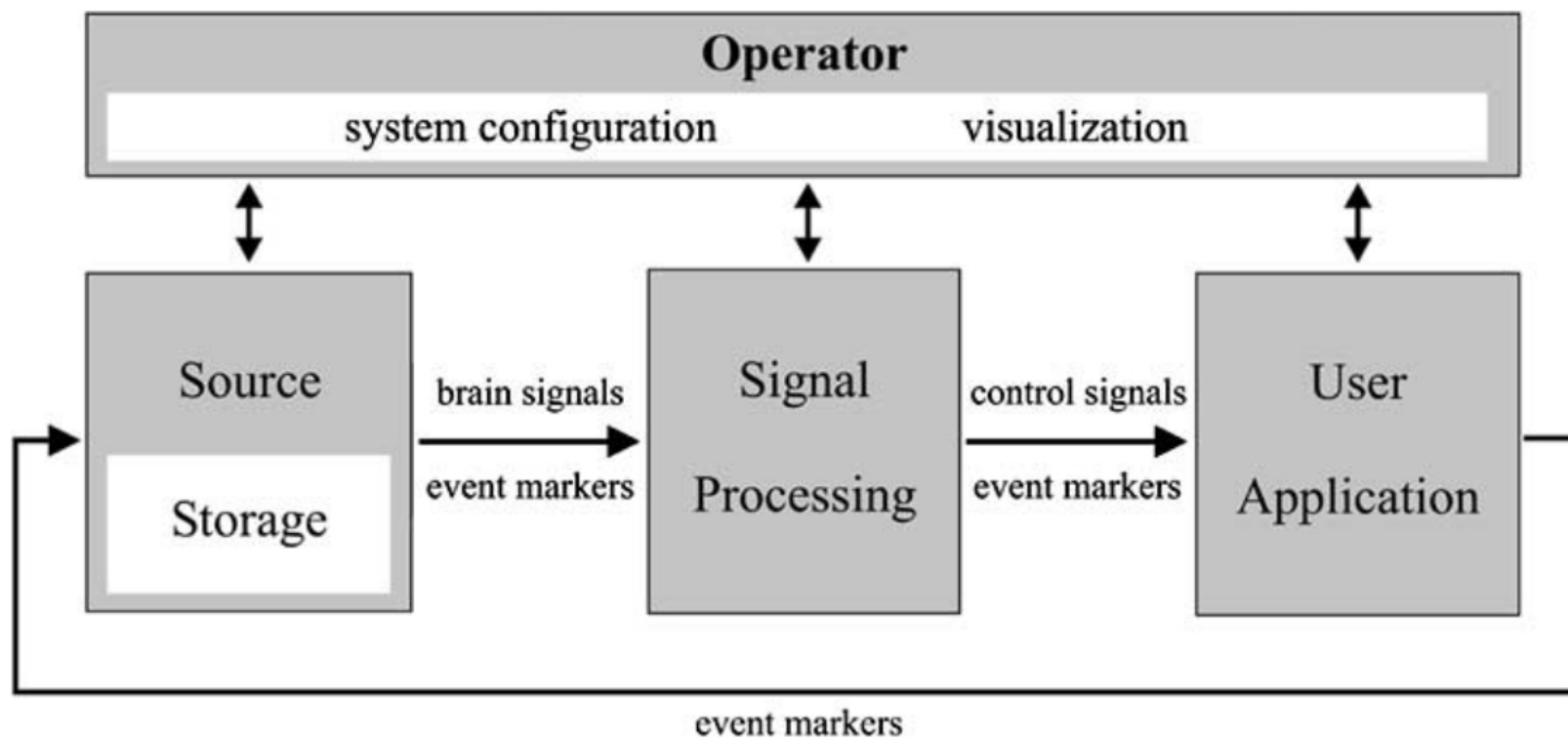
- **Zajemanje signalov:** EEG signali so dobljeni z možganov z uporabo invazivnih ali neinvazivnih metod (preko elektrod), signali so ojačeni in vzorčeni
- **Predobdelava:** čiščenje signalov (še posebno artefakti vsled utripanja oči) in filtriranje signalov
- **Izločanje značilk:** prostorske, časovne, časovno prostorske značilke in značilke za ocenjevanje močnostnih spektrov
- **Klasifikacija:** signali se procesirajo in klasificirajo z namenom ugotovitve katero vrsto mentalne naloge je subjekt opravljal
- **Interakcija z računalnikom (vmesnik aplikacije, aplikacija):** algoritem uporablja klasificirane signale za upravljanje določene aplikacije



Zamišljanje motoričnih aktivnosti



BCI2000: Vmesnik možgani računalnik za splošne namene



BCI2000: Vmesnik možgani računalnik za splošne namene

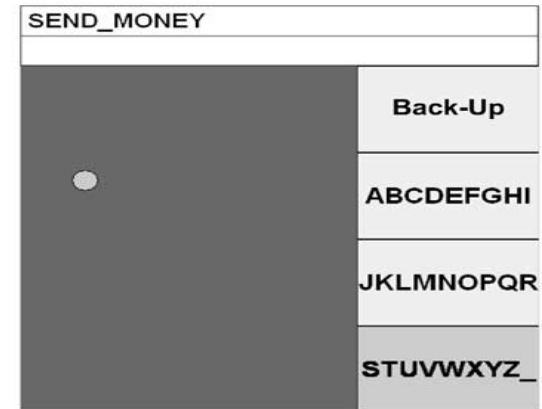
- A) Nadzor senzornih in motoričnih ritmov za premikanje kurzorja na različne položaje
- B) Preprosta aplikacija za črkovanje z uporabo nadzora senzornih in motoričnih ritmov
- C) Nadzor premikanja kurzorja na dva možna položaja
- D) Aplikacija za črkovanje temelječa na izzvanih potencialih P300

(Schalk, McFarland, Hinterberger, Birbaumer, Wolpaw)

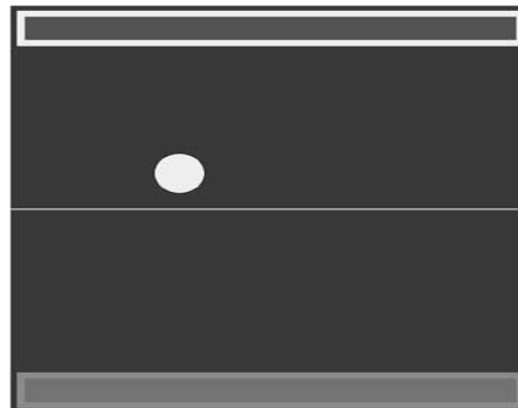
A



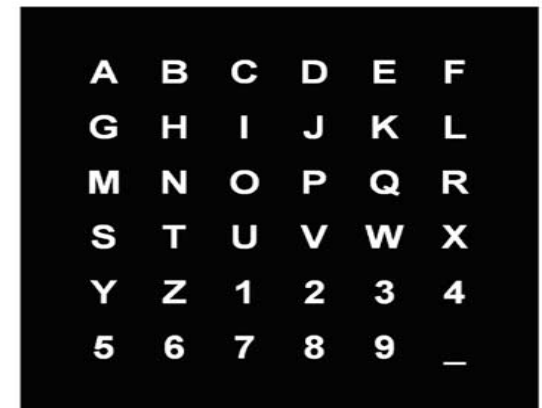
B



C



D





Aplikacija za črkovanje (potenciali P300)

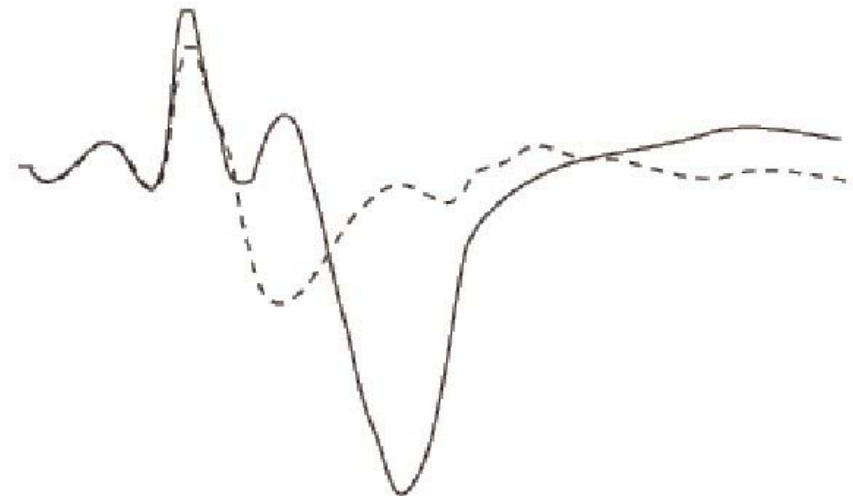
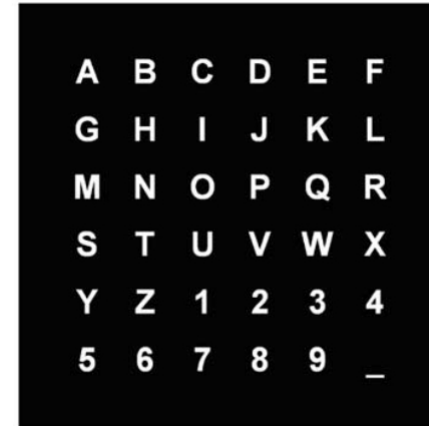
- Črkovanje



P300 Speller

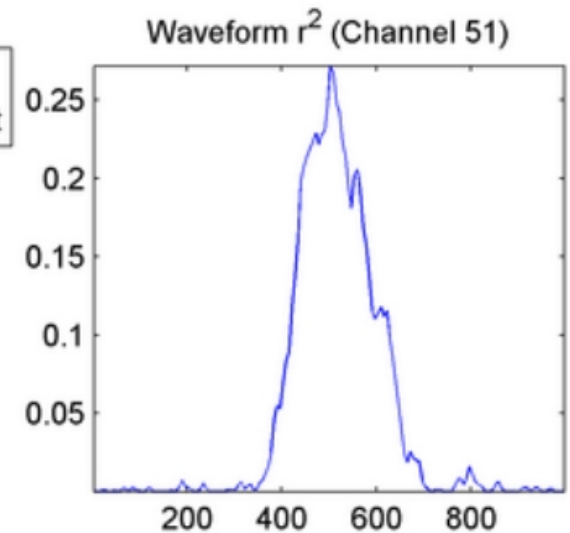
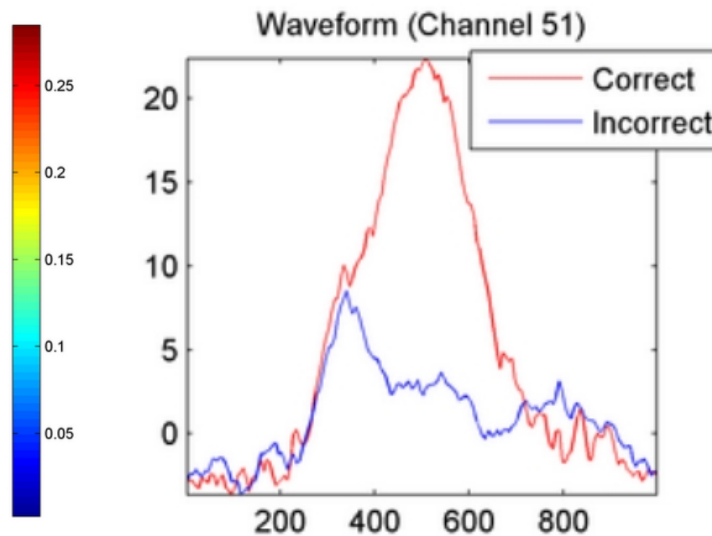
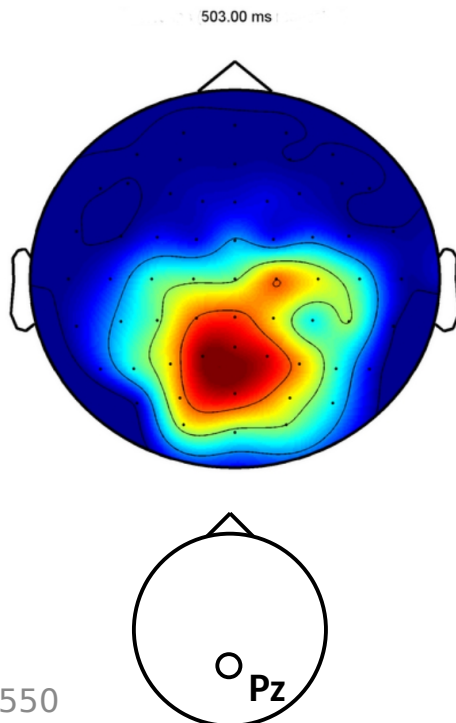
Aplikacija za črkovanje (potenciali P300)

- **Izzvani potenciali** P3 (val z vrhom približno 300ms za stimulusom povezanim z dano nalogo (P300))
 - **Zvezno**: splošna oblika komponente P3 izzvanega potenciala (Evoked Potential – EP), P3 je kognitivni izzvani potencial, ki se pojavi približno 300 ms za stimulusom povezanim z dano nalogo (najnižji negativni vrh)
 - **Črtkano**: splošna oblika odziva na stimulus, ki ni povezan z dano nalogo



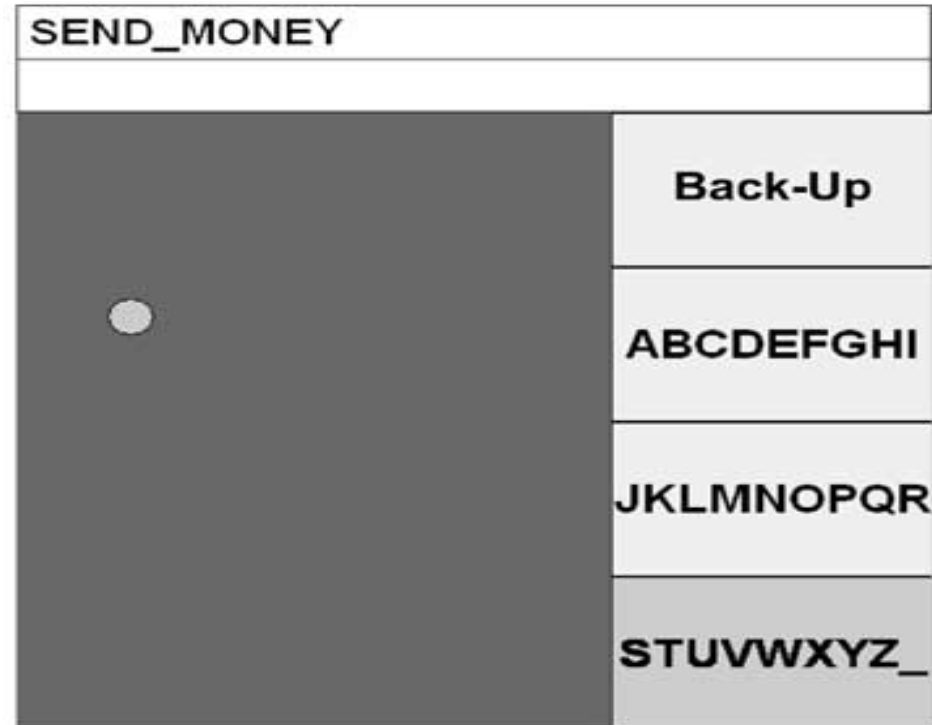
Aplikacija za črkovanje (potenciali P300)

- Črkovanje, izzvani potenciali P300, **topografska distribucija r^2 pri 503 ms**, kanal 51 - elektroda Pz (**amplituda signala [uV]**, čas [ms]), r^2 za kanal 51 (r^2 , čas [ms])



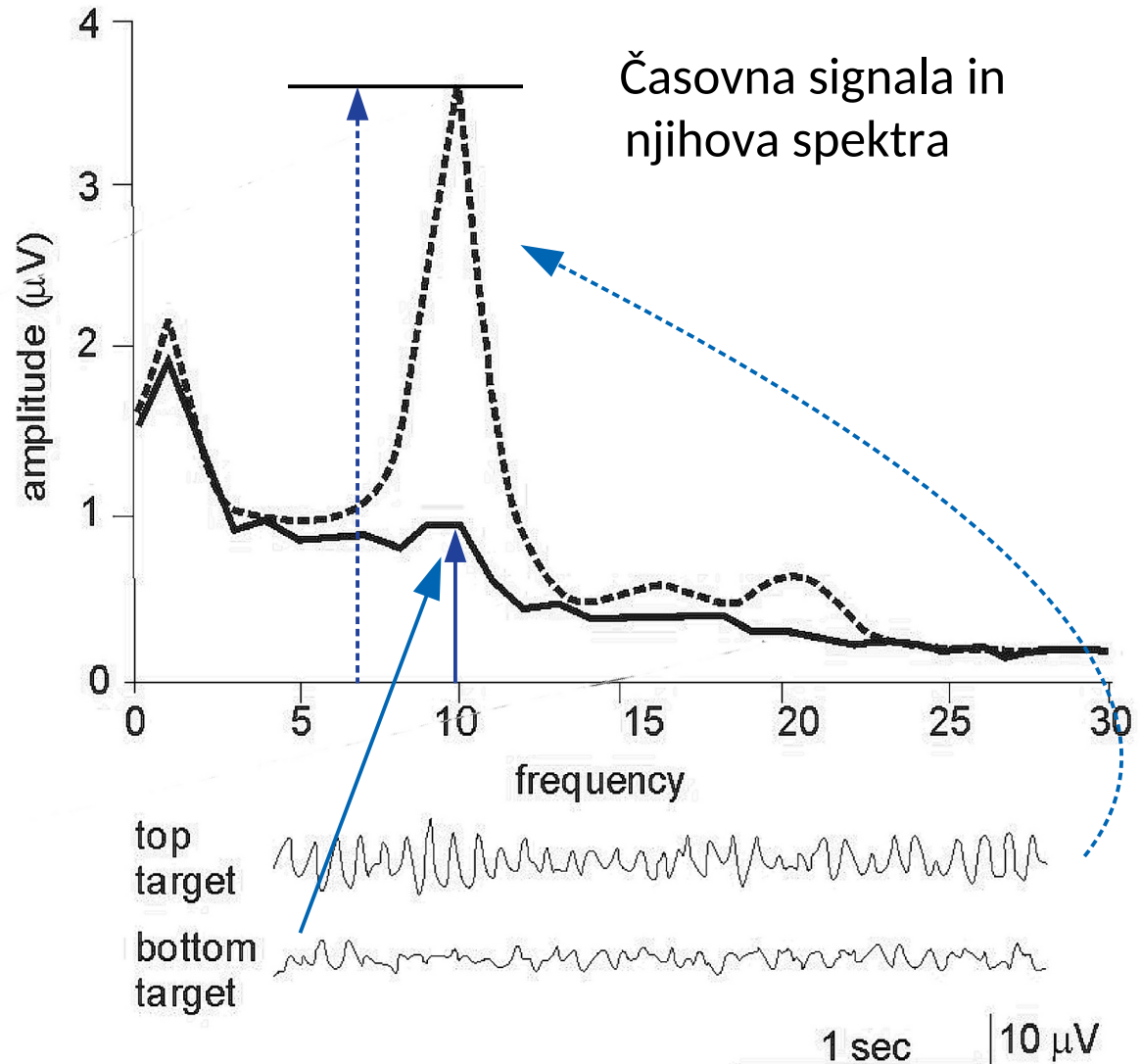
Aplikacija za črkovanje (motorične aktivnosti)

- Preprosta aplikacija za črkovanje, ki uporablja nadzor nad senzorno motoričnimi ritmi
- Subjekt nadzoruje vertikalno premikanje kurzorja, ki se premika proti tarčam lociranim na štirih možnih vertikalnih položajih



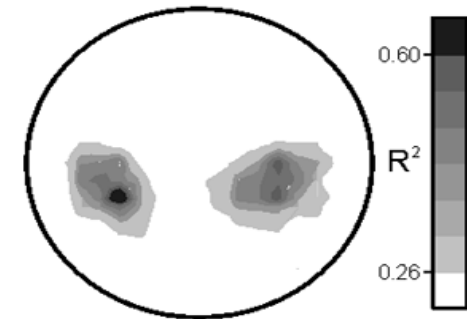
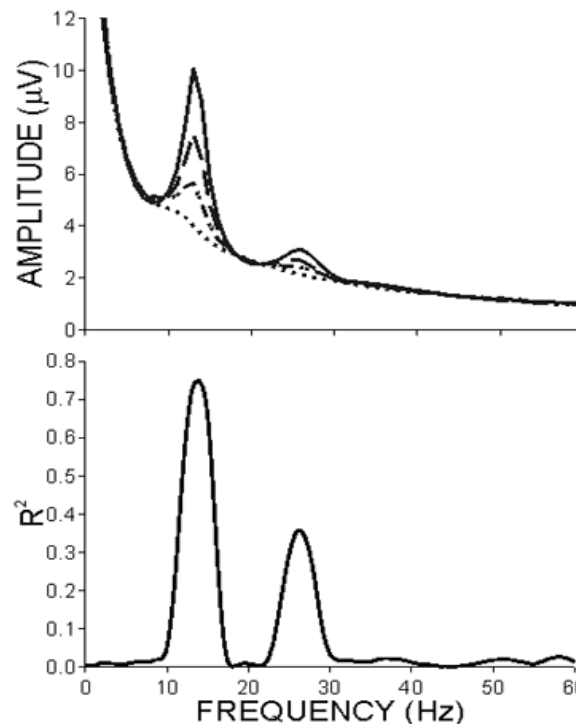
Aplikacija za črkovanje (motorične aktivnosti)

- Značilke so amplitude spektrov v danem frekvenčnem področju (8-13 Hz, μ ritem)

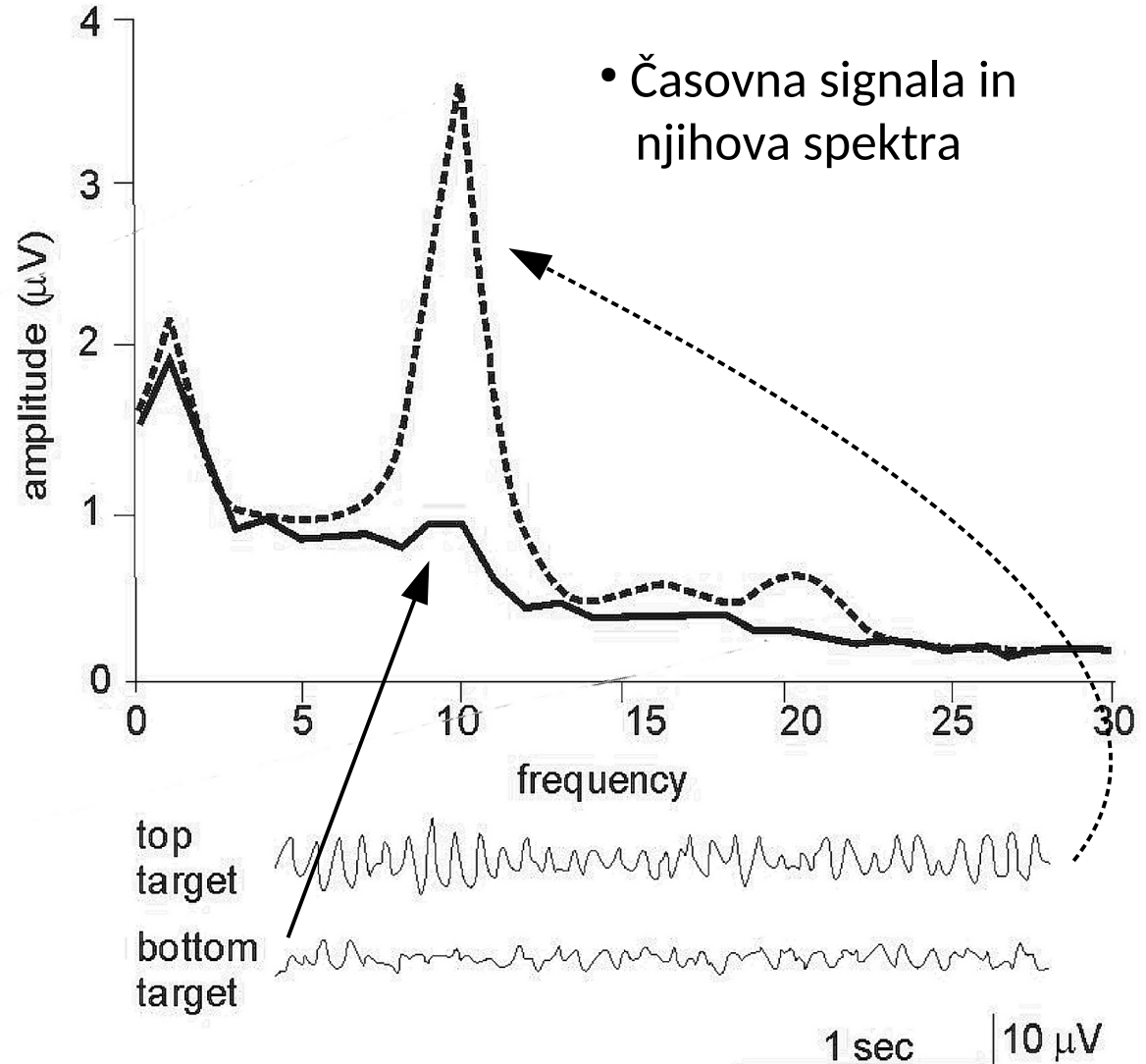
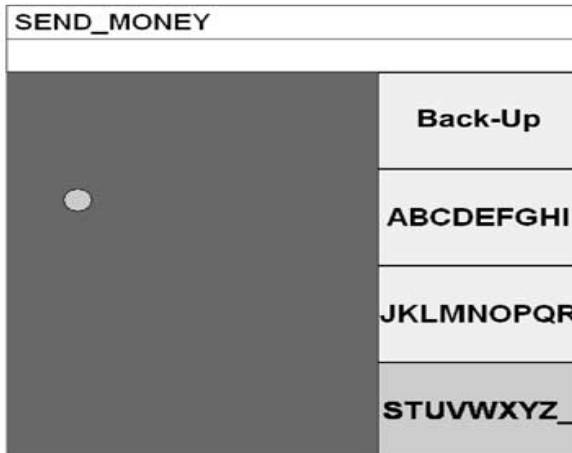


Aplikacija za črkovanje (motorične aktivnosti)

- Preprosta aplikacija za črkovanje, ki uporablja nadzor nad senzorno motoričnimi ritmi
- Subjekt nadzoruje vertikalno premikanje kurzorja, ki se premika proti tarčam lociranim na štirih možnih vertikalnih položajih

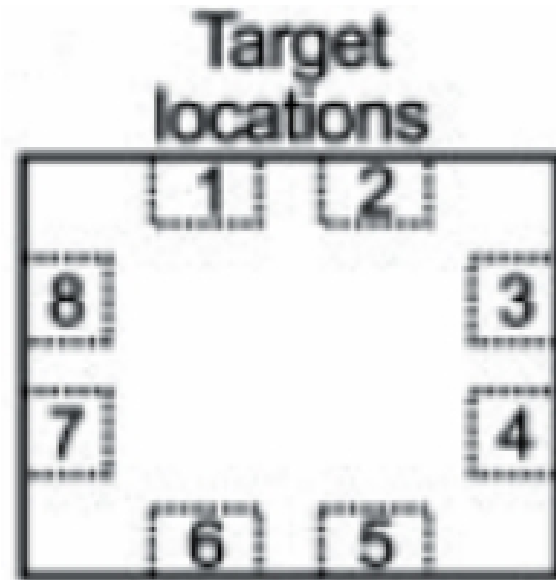


Aplikacija za črkovanje (motorične aktivnosti)



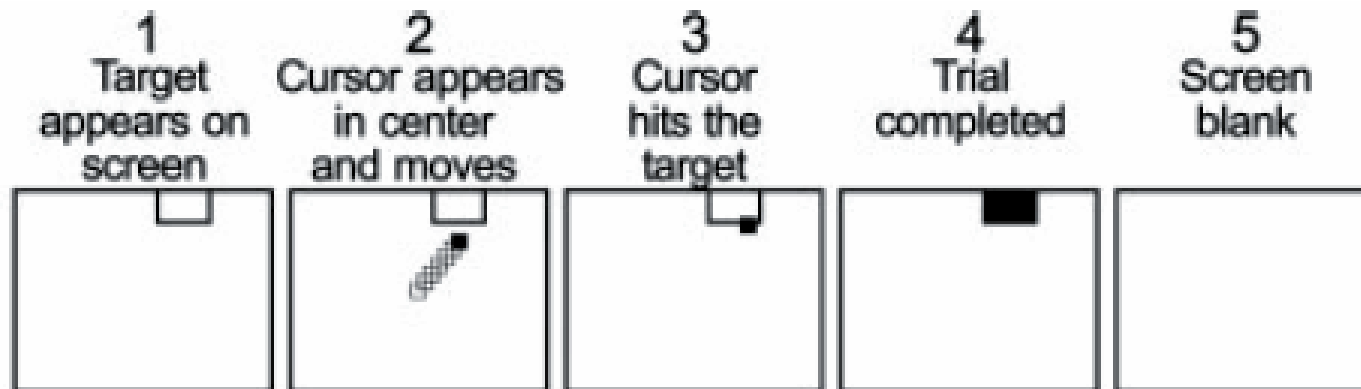
Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- **Protokol**
- 24 elektrod (Skupna Srednja Referenca, SSR - CAR)
- Frekvenca vzorčenja 160 Hz
- Pasovni filter 0.1 – 60 Hz
- Položaji tarč na zaslonu



Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- **Protokol**
- Ob vsakem poizkusu
 - Tarča se pojavi
 - Po 1 sek se pojavi kurzor
 - 10 sek za doseg tarče
 - * Tarča utripa, če je bil uspeh, sicer tarča izgine
 - * Med poizkusi je zaslon 1 sek prazen
 - Naključno se pojavi nova tarča





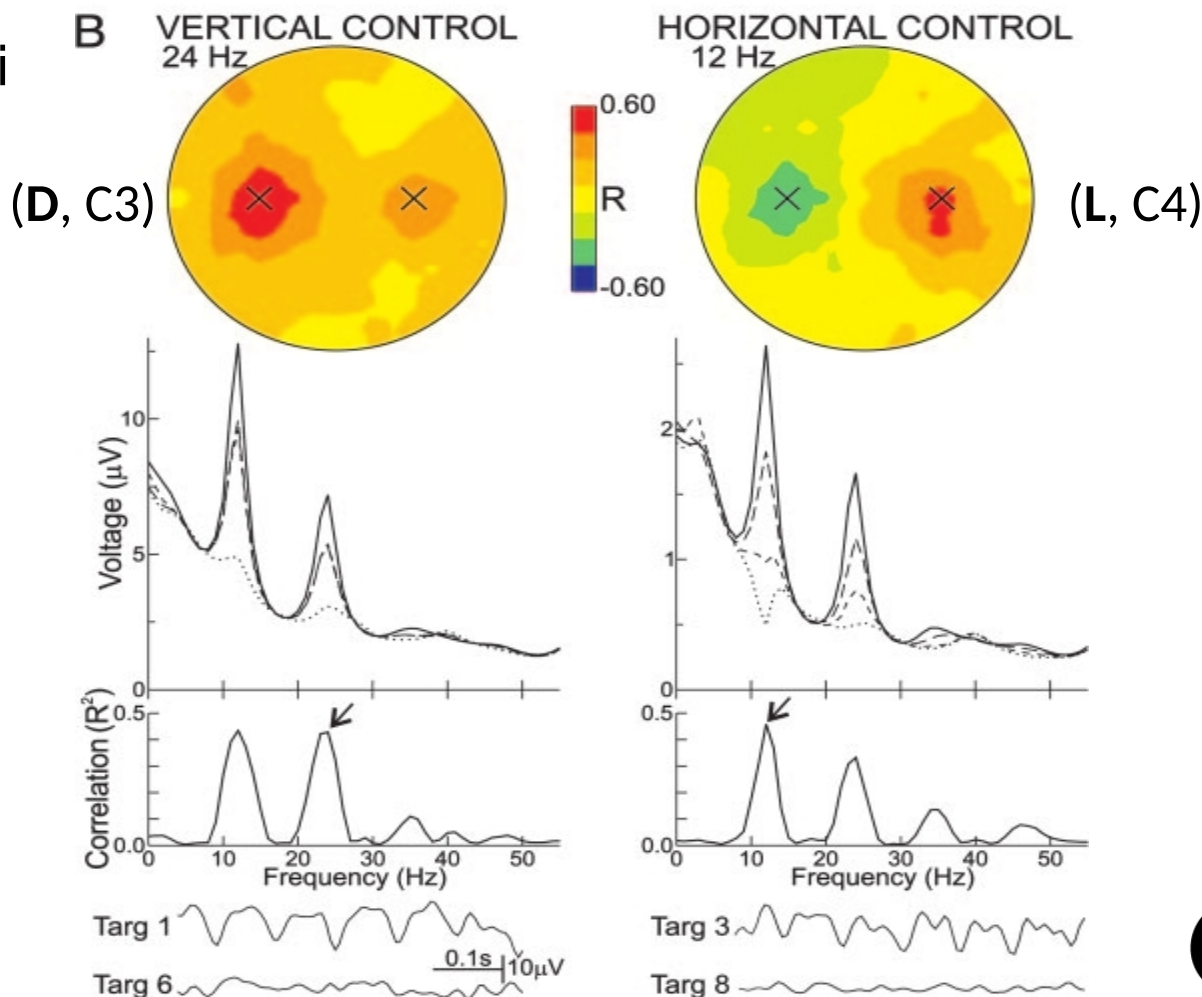
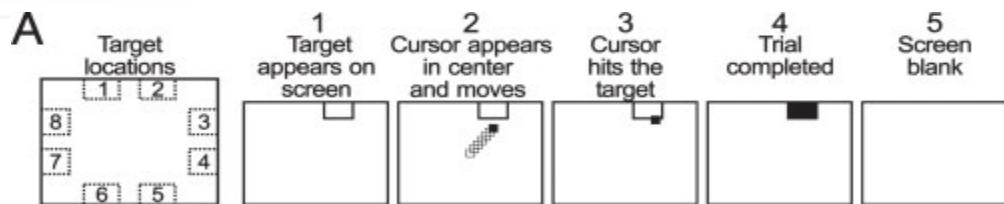
Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- **Metodologija**
- Uporablja mi (8 - 13 Hz) in beta ritem (12 - 30 Hz)
- Uporaba dveh frekvenčnih področij omogoča delo v drugi dimenziji – dvo-dimenzionalni nadzor kurzorja
- Gre za linearno kombinacijo mi in beta ritmov

Nadzor dvo- dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

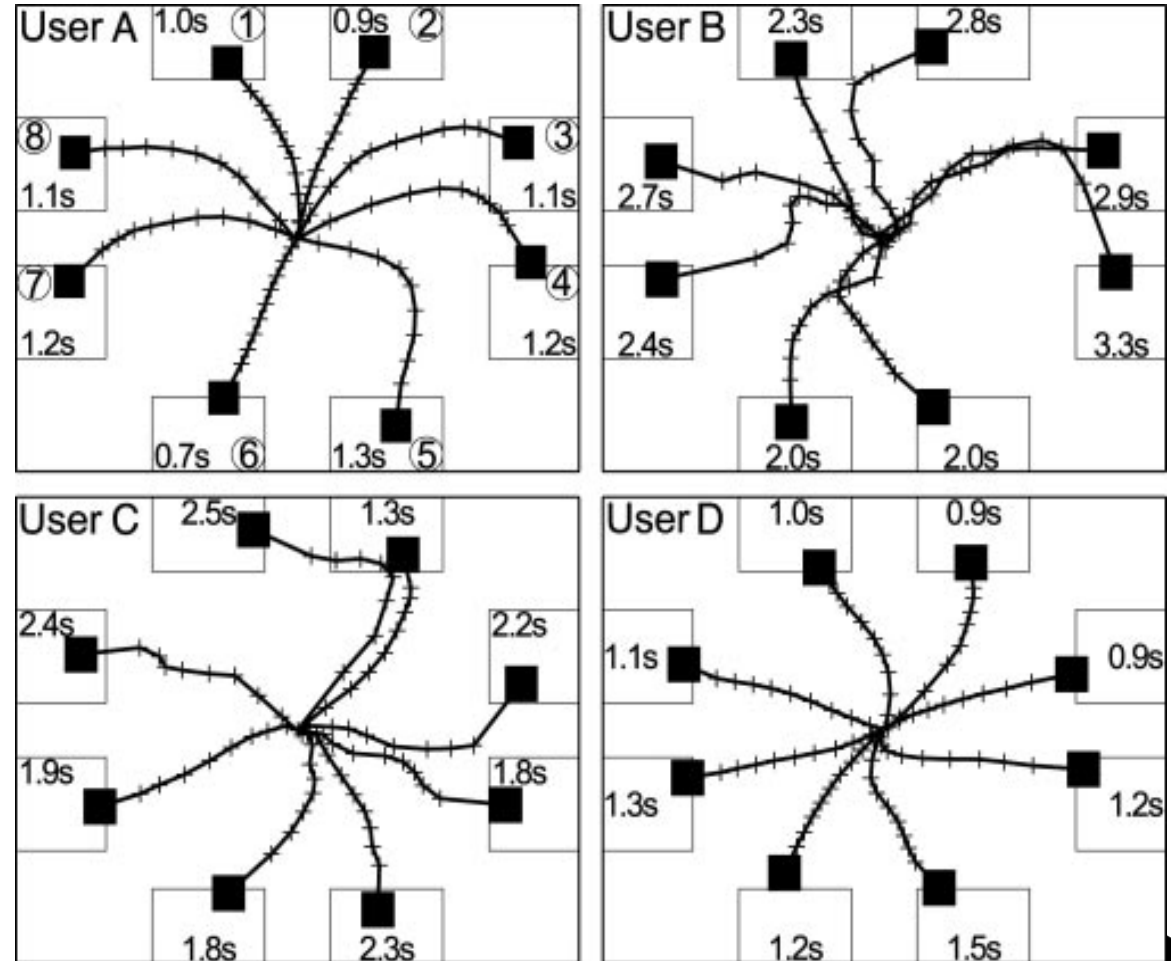
- Model nadzora**

- Vertikalni nadzor je dosežen na levi strani (D, C3), **Desna roka**
- Horizontalni nadzor je dosežen na desni strani (L, C4), **Leva roka**
- R - korelacijski koeficient
- ↙ frekvence z najvišjo korelacijo



Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- Trajektorije kurzorja
- Srednja pot kurzorja za vsakega uporabnika do vsake tarče za vse poizkuse
- Vsaka pot je razdeljena s križci, ki delijo pot do tarče na deset delov



Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

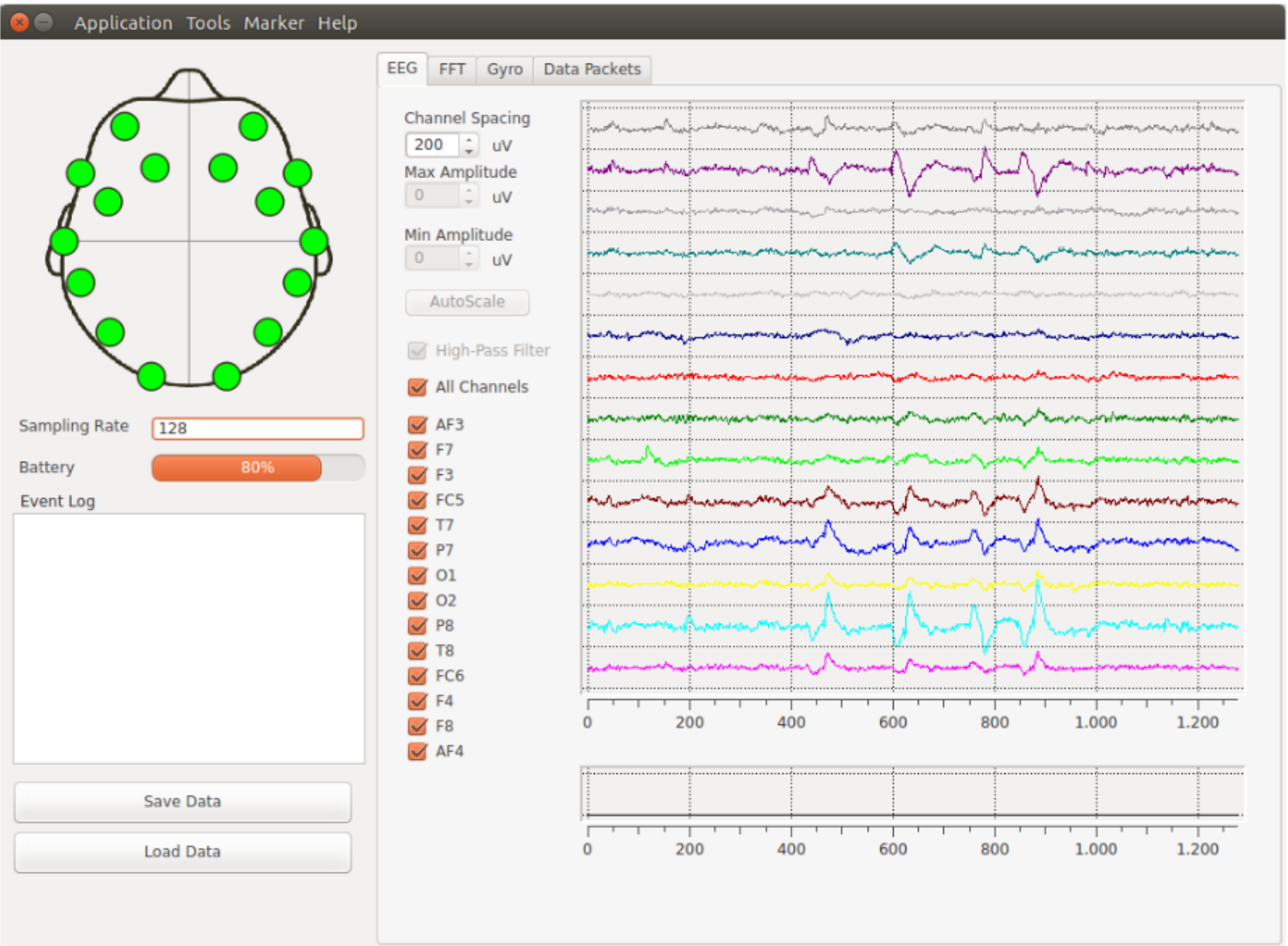
- **Rezultati**
- Zelo dolg čas učenja uporabnikov
- Celotni uspeh 83.6%
- Najboljša uporabnika (A, D) sta tista, ki sta opravila več poizkusov

User	Success (last 3 sessions)	Average Time	Trials
A	89%	1.9s	742
B	70%	3.9s	521
C	78%	3.3s	528
D	92%	1.9s	717
Avg	82%	2.8s	626

Premikanje kurzorja na osnovi premikanja oči

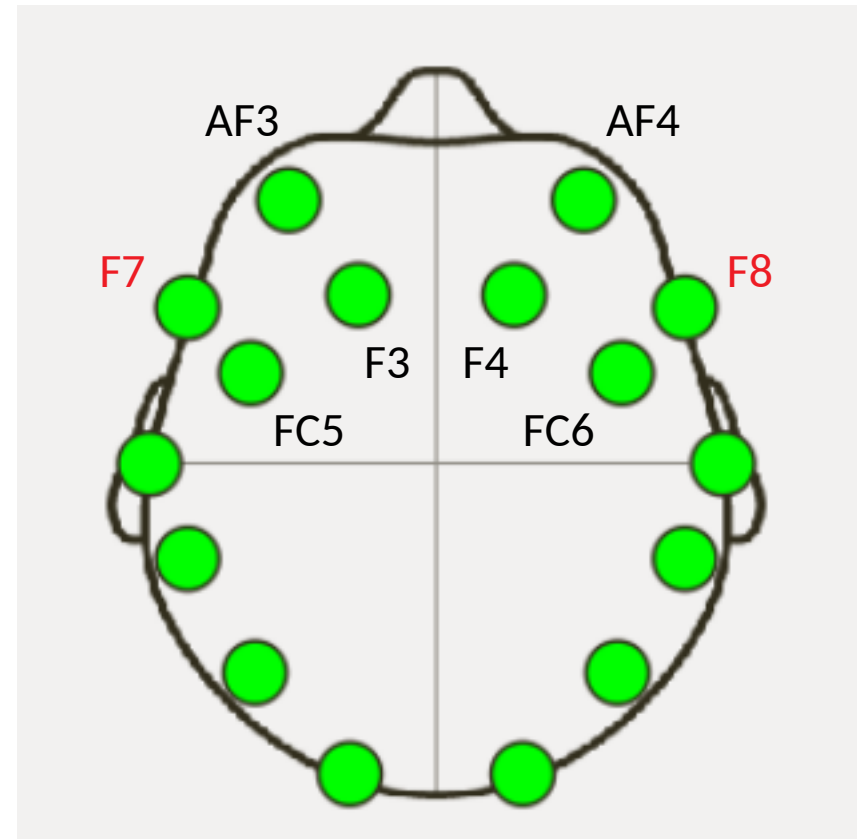
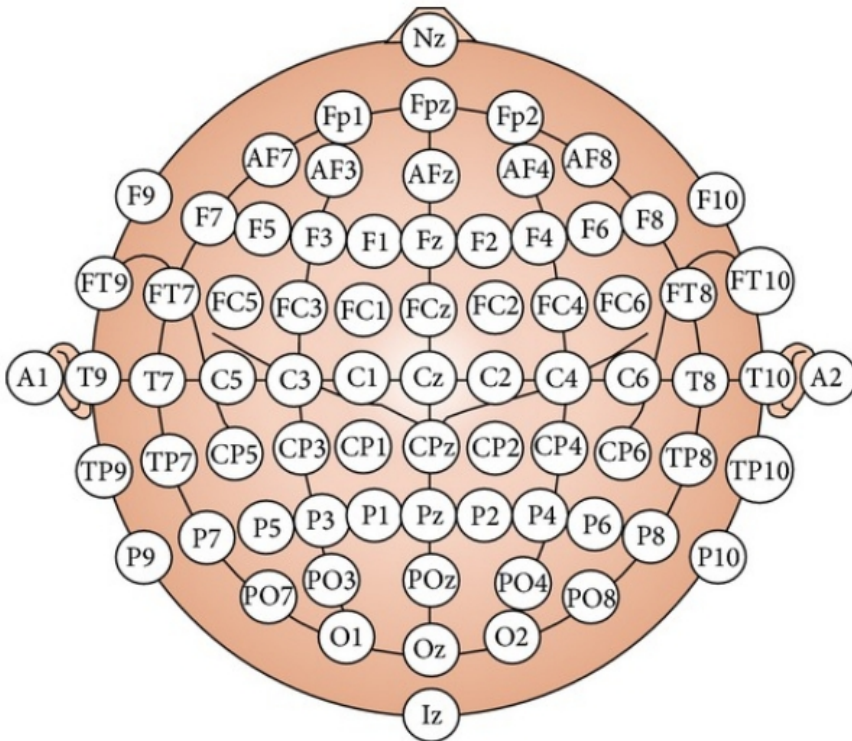
- Naglavni sistem, Emotiv EPOC

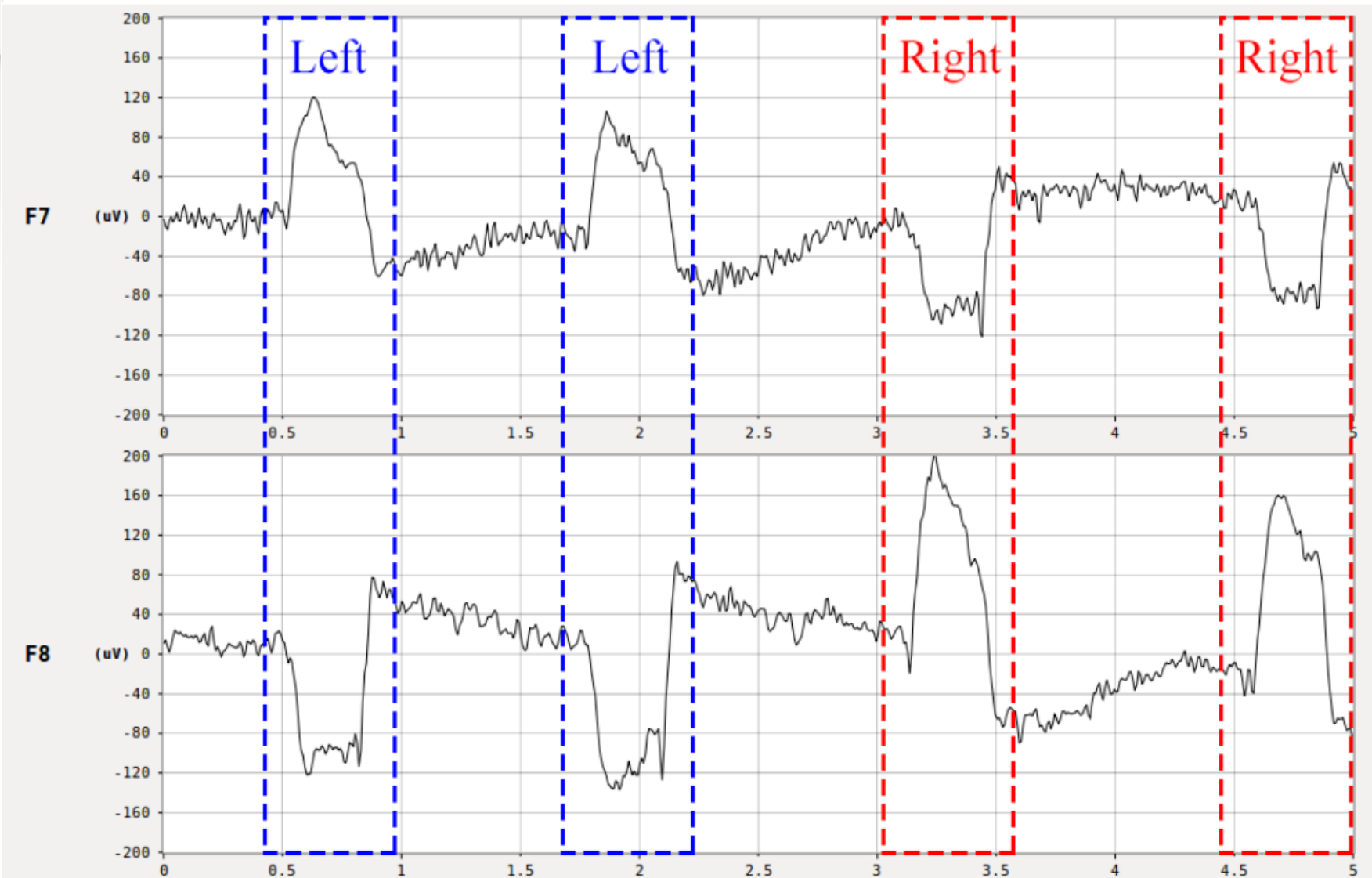




Premikanje kurzorja na osnovi premikanja oči

- Elektrode







Premikanje kurzorja na osnovi premikanja oči

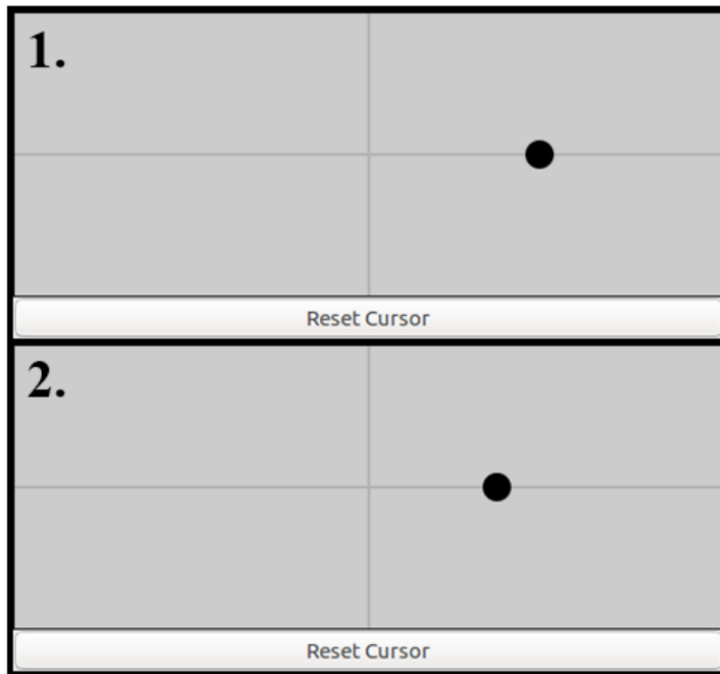
- Pseudo koda za zaznavanje premikov oči

```
if (abs(maxF7-maxCalLeftF7) <= abs(maxCalLeftF7*0.20) &&  
    abs(minF8-minCalLeftF8) <= abs(minCalLeftF8*0.20) {  
    move_cursor_left();  
}  
if (abs(minF7-minCalRightF7) <= abs(minCalRightF7*0.20) &&  
    abs(maxF8-maxCalRightF8) <= abs(maxCalRightF8*0.20)) {  
    move_cursor_right();  
}
```

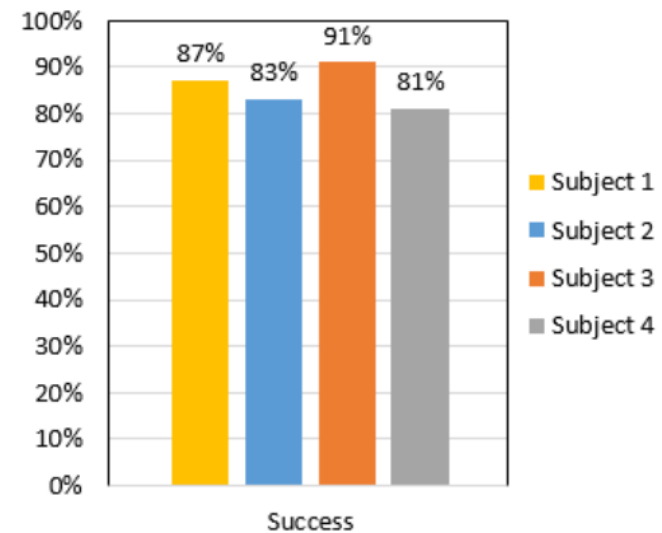
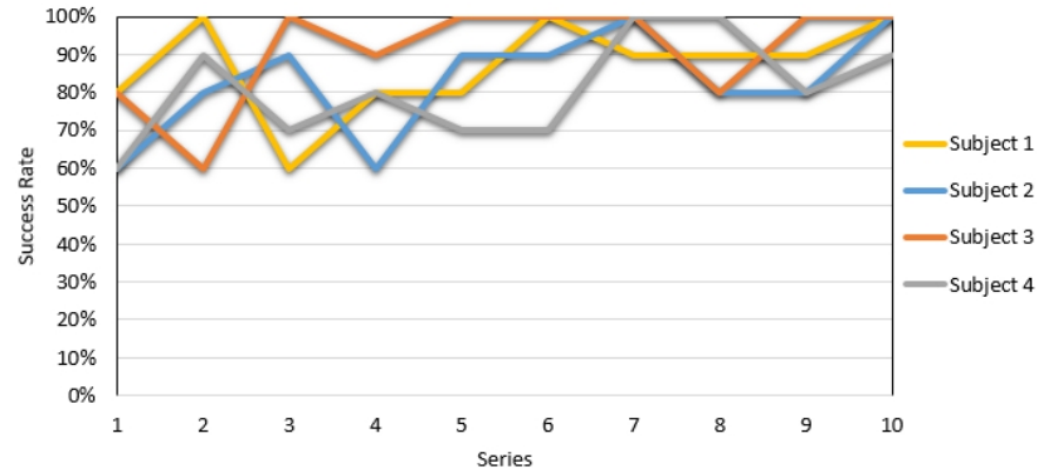
- maxCalLeftF7, minCalLeftF8 → povprečji dobljeni med fazo kalibracije za pomik oči v levo
- minCalRightF7, maxCalRightF8 → povprečji dobljeni med fazo kalibracije za pomik oči v desno

Premikanje kurzorja na osnovi premikanja oči

- Zmožljivost



(Loboda, diplomsko delo, FRI, 2017)





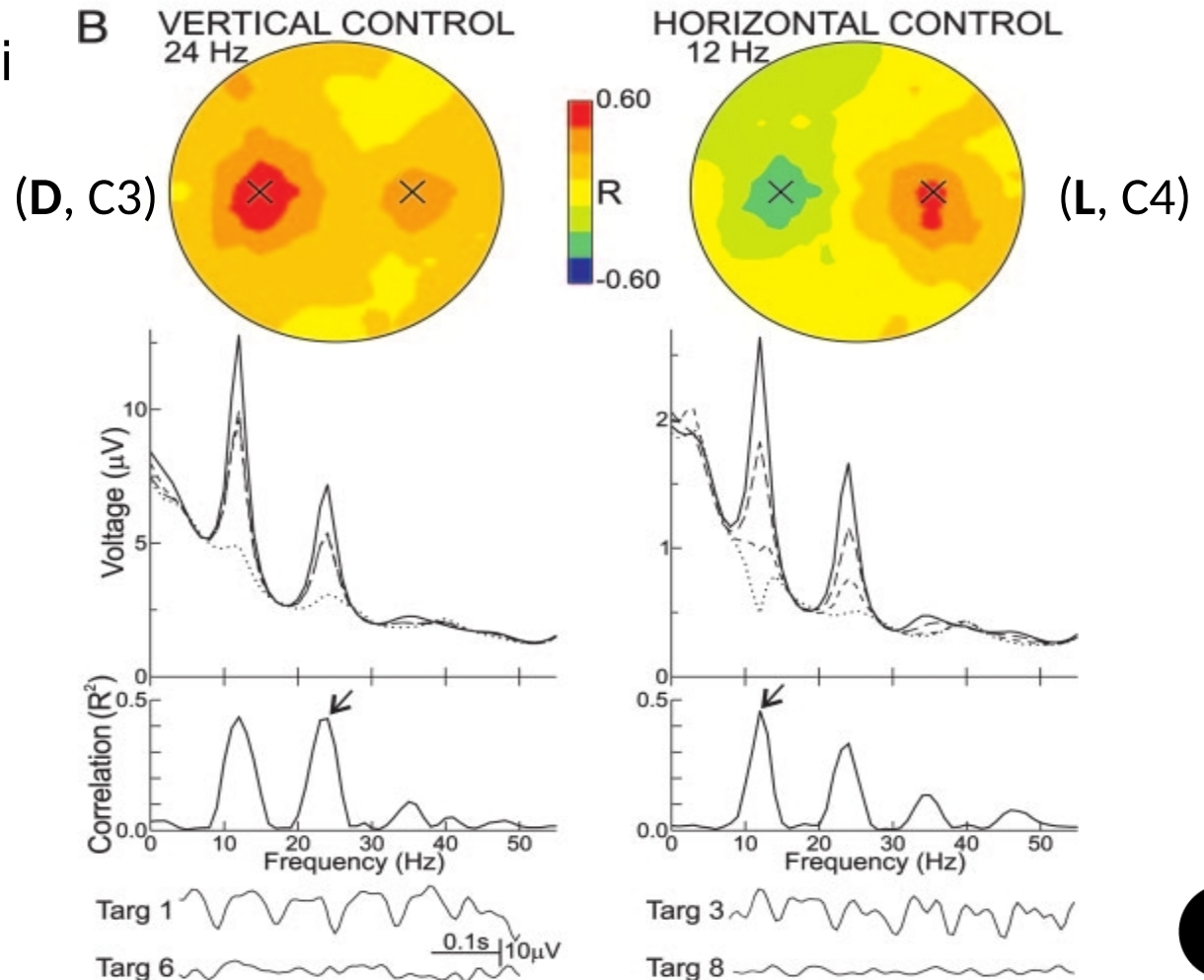
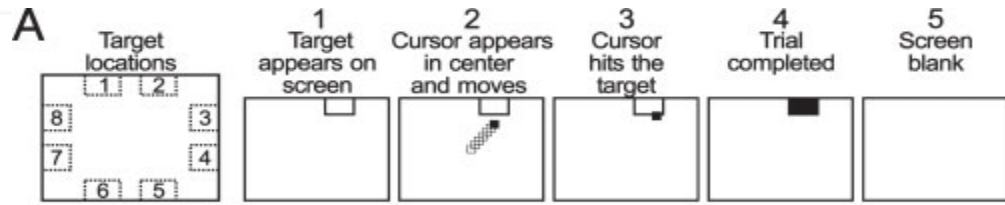
Dodatni materiali

- Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik
- BCI2000: Vmesnik možgani računalnik za splošne namene

Nadzor dvo- dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- Model nadzora**

- Vertikalni nadzor je dosežen na levi strani (D, C3), **Desna roka**
- Horizontalni nadzor je dosežen na desni strani (L, C4), **Leva roka**
- R - korelacijski koeficient
- ↙ frekvence z najvišjo korelacijo





Nadzor dvo-dimenzionalnega pomikanja kurzorja z neinvazivnim vmesnikom možgani računalnik

- Model nadzora

$$M_V = w_{LV,12} L_{12} + w_{LV,24} L_{24} + w_{RV,12} R_{12} + w_{RV,24} R_{24} + b_V$$

$$M_V = 0 L_{12} + 1.98 L_{24} + 0 R_{12} + 1.50 R_{24} + b_V$$

$$M_V = 1.98 L_{24} + 1.50 R_{24} + b_V$$

$$M_H = w_{LH,12} L_{12} + w_{LH,24} L_{24} + w_{RH,12} R_{12} + w_{RH,24} R_{24} + b_H$$

$$M_H = -0.29 L_{12} + 0 L_{24} + 1.08 R_{12} + 0 R_{24} + b_H$$

$$M_H = -0.29 L_{12} + 1.08 R_{12} + b_H$$

