

Ivan Kesedžić, mag. ing.

(ivan.kesedzic@fer.hr)

mentor: prof. dr. sc. Krešimir Čosić, izv. prof. dr. sc. Siniša Popović,

Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

## 1. Uvod

Kognitivno opterećenje predstavlja količinu korištenih resursa radne memorije te ovisi o kompleksnosti zadatka koje rješava naš kognitivni sustav u realnom vremenu. Emocionalni stres poseban je oblik psihofizičkog stanja organizma nastalog uslijed izloženosti na stresne situacije, koji utječe na neuropsihofiziološko funkcioniranje organizma.

Tehnike oslikavanja mozga (Slika 1) korištene u procjeni kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa uključuju:

- funkcionalnu magnetsku rezonanciju (fMRI) i
- funkcionalnu blisko-infracrvenu spektroskopiju (fNIRS).



Slika 1. fMRI uređaj na Hrvatskom institutu za istraživanje mozga (lijevo). fNIRS uređaj u Laboratoriju za interaktivne simulacijske sustave na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (desno).

## 2. Opis problema

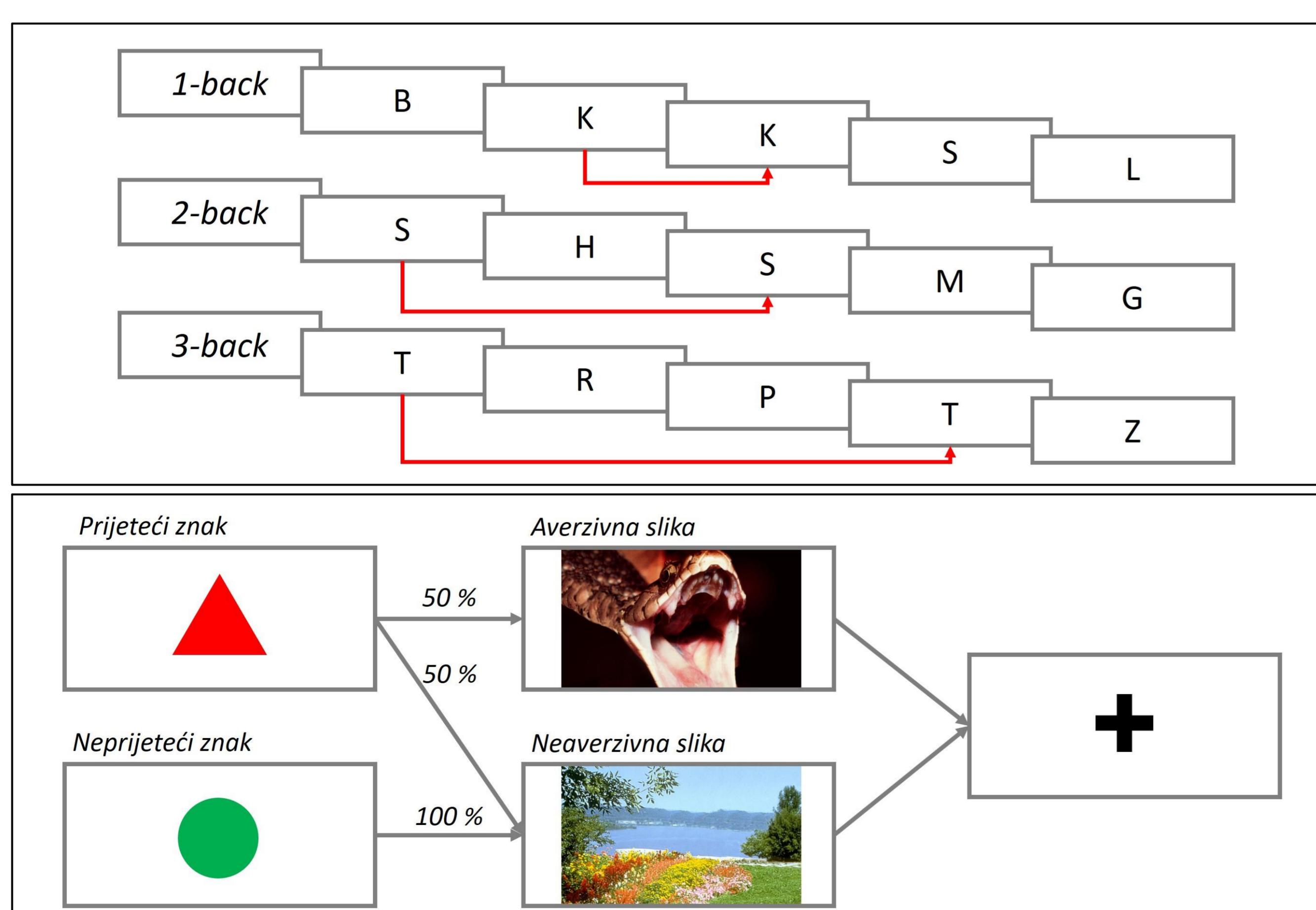
Povećano kognitivno opterećenje i povećani emocionalni stres dovode do smanjenja performansi na zadacima, a dugoročno i do brojnih bolesti povezanih s kardiovaskularnim i živčanim sustavom. Procjena kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa korištenjem tehnika oslikavanja mozga preciznija je i objektivnija metoda u usporedbi s tradicionalnim pristupom subjektivnih samoprocjena. Cilj istraživanja bio je razvoj modela za klasifikaciju više razina kognitivnoga opterećenja te dvije razine emocionalnoga stresa primjenom strojnog učenja.

## 3. Metodologija

Odabir i implementacija optimalne stimulacijske paradigme nužan je preduvjet za adekvatno izazivanje i mjerjenje kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa u laboratorijskim uvjetima.

**Korištene paradigme** (Slika 2):

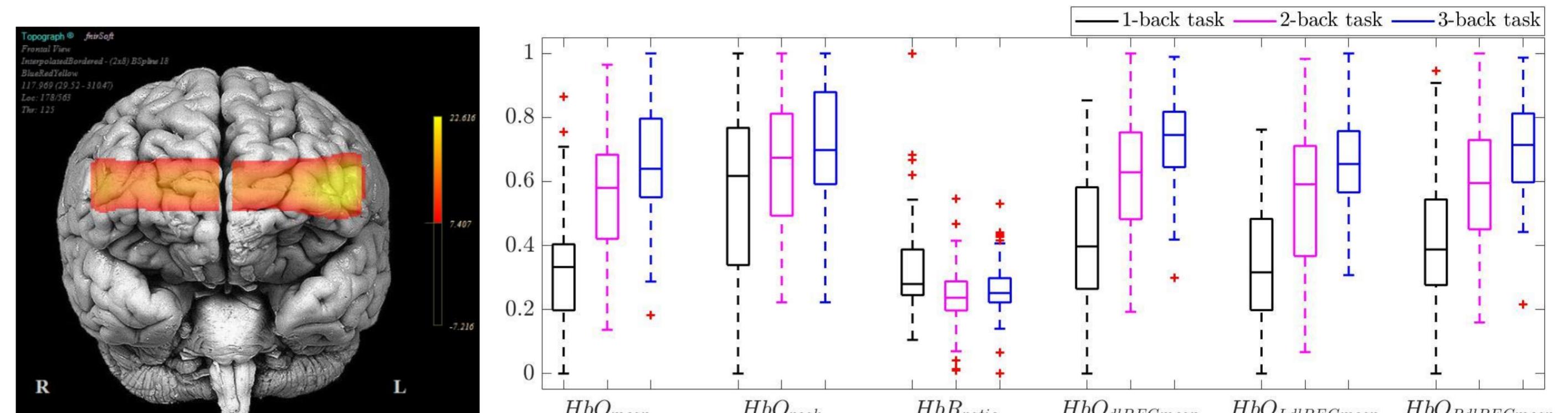
1. n-back zadatak za procjenu kognitivnoga opterećenja,
2. gledanje averzivnih slika za procjenu emocionalnoga stresa.



Slika 2. Stimulacijske paradigme korištene za izazivanje kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa: 3 razine n-back zadatka (gore) i paradigma gledanja averzivnih slika nakon prijetećih i neprijetećih znakova (dolje).

## 4. Rezultati

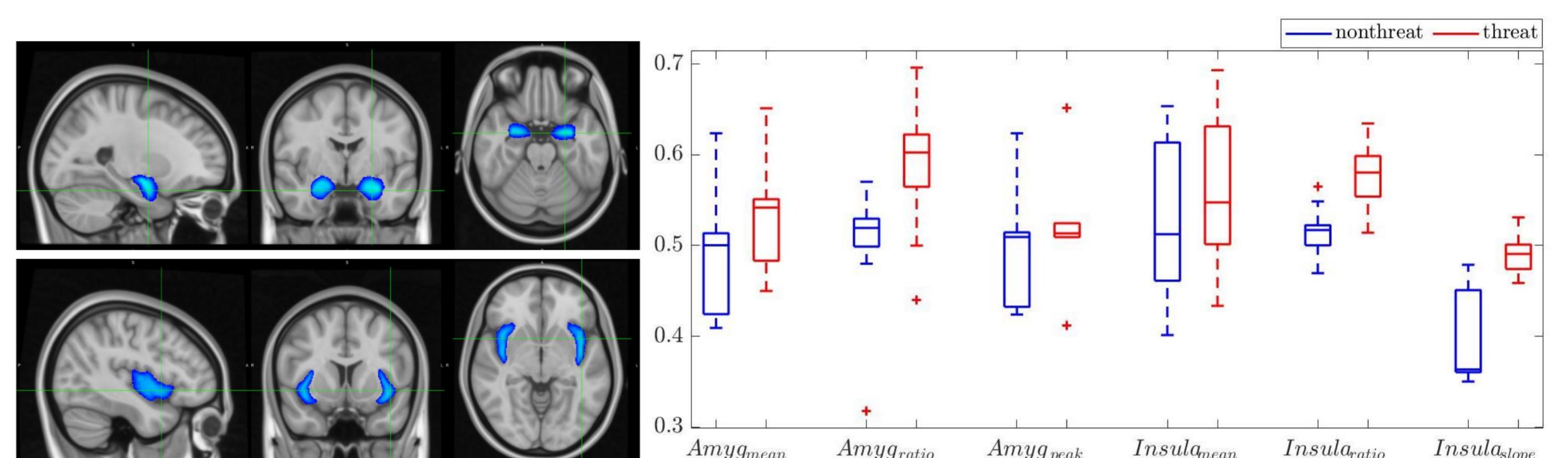
Značajke korištene u klasifikaciji kognitivnoga opterećenja (Slika 3) izlučene su iz fNIRS signala aktivnosti prefrontalnog kortexa (PFC) te dorzolateralnog PFC-a (dlPFC).



Slika 3. Aktivacija PFC-a tijekom kognitivnoga zadatka (lijevo).

Značajke za procjenu kognitivnoga opterećenja izlučene iz fNIRS signala dobivenog iz oksigeniranog (HbO) i deoksigeniranog hemoglobina (HbR) na uzorku od 32 ispitanika (desno).

Značajke korištene u klasifikaciji emocionalnoga stresa (Slika 4) izlučene su iz fMRI signala aktivnosti amigdale i insule, centra mozga zaduženih za odgovor na stresne situacije.



Slika 4. Lokacije amigdale (gore lijevo) i insule (dolje lijevo).

Značajke za procjenu emocionalnoga stresa izlučene iz signala fMRI-a iz amigdale (Amyg) i insule na uzorku od 23 ispitanika (desno).

Korišteni su klasifikacijski modeli strojeva s potpornim vektorima (engl. support vector machine, SVM), k-najbližih susjeda (engl. k-nearest neighbors, KNN) i linearne diskriminantne analize (engl. linear discriminant analysis, LDA), uz sekvencijalnu selekciju značajki te leave-one-subject-out unakrsnu provjeru. Točnosti klasifikacijskih modela prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Točnosti klasifikacijskih modela

	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Kognitivno opterećenje (3 razine)	52,08-58,85	16,80-20,73
Kognitivno opterećenje (2 razine)	54,69-83,59	15,47-22,39
Emocionalni stres (2 razine)	76,28-85,26	11,29-14,34

## 5. Zaključak

Adekvatne stimulacijske paradigme za izazivanje kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa u laboratorijskim uvjetima omogućuju izlučivanje značajki za procjenu kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa te izradu klasifikacijskih modela. Klasifikacijski modeli omogućuju višerazinsku procjenu kognitivnoga opterećenja i emocionalnoga stresa, što je posebno bitno za visokostresna zanimanja, kao što su kontrolori zračnog prometa, piloti, vojnici itd.

## 6. Zahvala projektu

Multidisciplinary Metrics for Soldier Resilience Prediction and Training.

