

Prepoznavanje gestova obradom elektromiografskih signala



Marija Nedeljković
Gimnazija Kraljevo
nedeljkovicmajaa@gmail.com

Mentori:
Milomir Stefanović i Stefan Vukanić, studenti
Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu

Nataša Jovanović
Gimnazija Kraljevo
jovanovicnatasa001@gmail.com

Uvod

Elektromiografija (EMG) je tehnika elektrodijagnostičke medicine za procenu i beleženje električne aktivnosti koje proizvode skeletni mišići. Prepoznavanje pokreta šake bazirano na obradi površinskih EMG signala (sEMG), postalo je obećavajući pristup za kontrolu neuroproteza gornjih udova. Primena konvolucionih neuronskih mreža na sEMG podacima relativno je nova (2017), a iskorišćenje prednosti koje nude pružilo bi mogućnost znatnog unapređenja kontrole neuroproteza. Zbog beneficija koje ovakav pristup problemu pruža, ovaj projekat se bazira na klasifikaciji položaja i pokreta šake u 17 klasa. U radu je korišćena NinaPro baza podataka koja je namenjena proučavanju odnosa između površinske elektromiografije, kinematike ruku i sila šake, sa krajnjim ciljem razvoja neinvazivnih, prirodno kontrolisanih, robotskih proteza ruku. Takođe, istražuje se kako na tačnost klasifikacije utiču različite vrste pretprocesiranja signala.

Metod

Da bi se odredio princip koji će dati najbolje rezultate klasifikacije, odlučeno je trenirati mrežu na različitim skupovima podataka. Dati skupovi predstavljaju vizualizovane sirove, i prethodno filtrirane podatke.

1. Pretprocesiranje signala

Faza predobrade koristi se za uklanjanje određenih šumova koji nastaju usled pokreta ruke ili su karakteristična pojava usled korišćenja određene vrste elektroda. Korišćeni signali su prilično uskog opsega i samim tim veoma osetljivi na grubu obradu, jer se većinskim delom kroz njih prenose informacije o pokretu ruke koje su ključne za dalju klasifikaciju. Zaključeno je da se sve korisne informacije nalaze u spektru od 30 do 300Hz, tako da su očekivani šumovi na frekvencijama većim od 300 i manjim od 30Hz, pa je za propusni opseg definisan baš taj dijamazon.

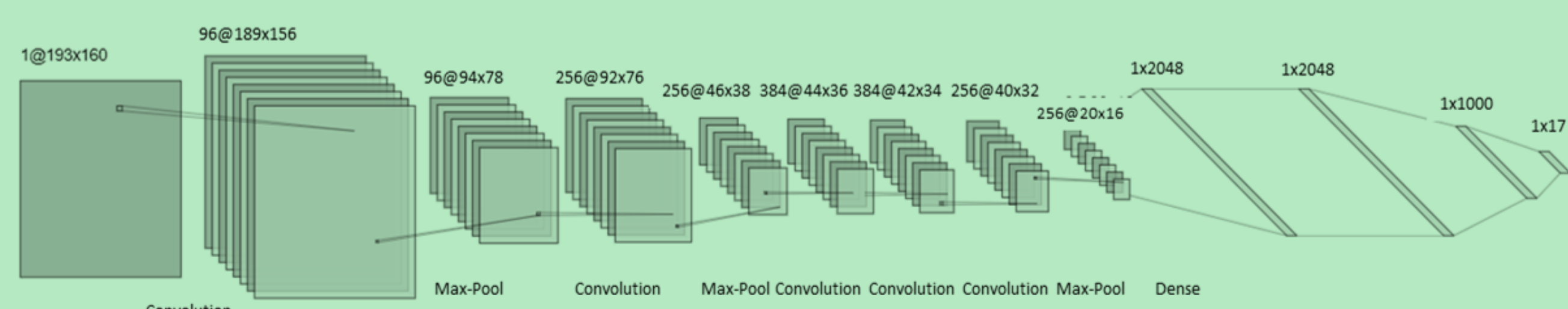
2. Vizuelizacija signala

Spektrogram je vizuelni prikaz spektra frekvencija signala kroz vreme kojim se prilagođava tip podataka za kasnije formiranu neuronsku mrežu. On prenosi snagu signala koristeći boje - što je boja svetlija to je energija signala veća.

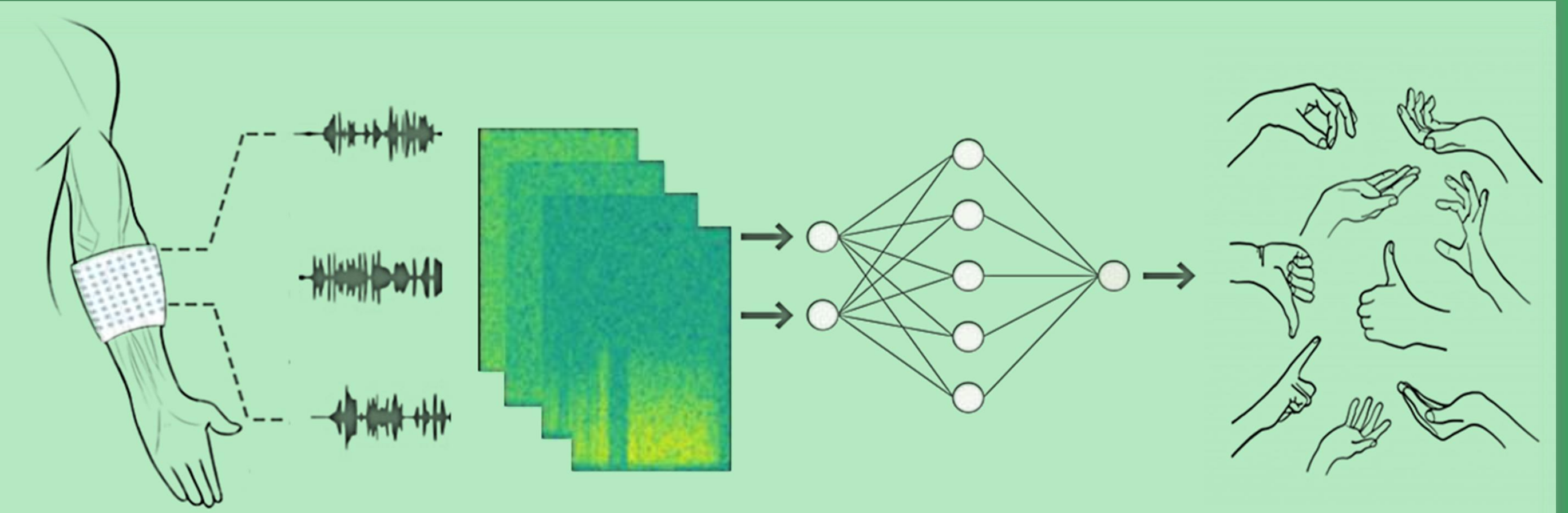
3. Klasifikacija

Pokreti ruke se klasifikuju korišćenjem dubokih konvolucionih neuronskih mreža. Arhitektura korišćene mreže se sastoji od tri dela: ulaznih spektrograma, ekstraktora karakteristika i klasifikatora. Ekstraktor karakteristika se sastoji iz pet konvolucionih slojeva i četiri sloja sažimanja. Klasifikator se sastoji od dva potpuno povezana sloja i softmax

sloja.



Slika 2. Arhitektura konvolucione neuronske mreže.



Slika 1. Grafički apstrakt projekta. Prvi korak je predobrada sEMG Signala. Drugi korak je vizuelizacija signala. Poslednji, treći korak je klasifikacija korišćenjem CNN-a.

Rezultati

1. Nefiltrirani signali

Nefiltrirani signali su postigli validacionu tačnost od 86,9%. Nakon evaluacije modela na test setu, dobijena je tačnost od 87,6%. U validacionom i test setu, mešaju se različiti pokreti ruku, i različiti gestovi se najviše puta prepoznaju pogrešno. Ukoliko se greške konstantno ponavljaju, doći će do njihovog prenošenja. Iz datog zapažanja može se ustanoviti da dobijena mešanja nemaju statistički značaj.

2. Butterworth filtrirani signali

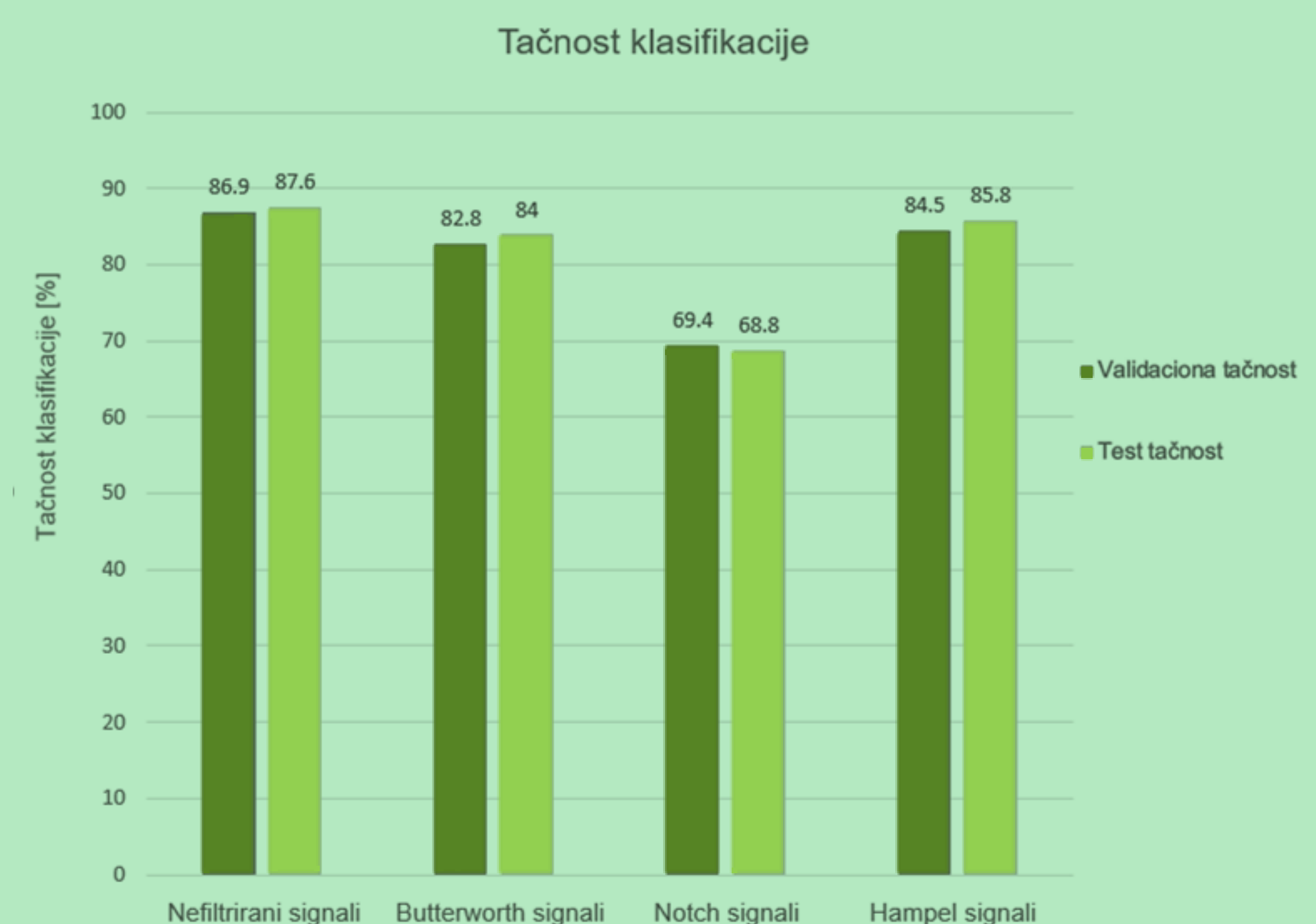
Signali koji su obrađeni Butterworth filtrom su postigli validacionu tačnost 82,8%. Ukupna tačnost test seta je nešto niža od validacione tačnosti, odnosno, ima vrednost 84%. Dobijena mešanja i u ovom slučaju nemaju statistički značaj.

3. Notch filtrirani signali

Sa 69,4% tačnosti nakon 30. epohe, validacioni set Notch signala ima za više od 10% manju tačnost nego nefiltrirani i Butterworth signali. Uočeno je da se u test i validacioniom setu mešaju isti pokreti, kao i da se isti gestovi najviše puta prepoznaju pogrešno. Iz datog zapažanja sledi da dobijena mešanja imaju statistički značaj.

4. Hampel filtrirani signali

Provera modela za Hampel filter na validacionom i test setu je dovela do tačnosti od 84,5% i 85,8% retrospektivno. Dobijena mešanja takođe nemaju statistički značaj.



Slika 3. Pregled tačnosti klasifikacije za sve vrste obrađenih signala

Zaključak

Najbolje rezultate klasifikacije dali su nefiltrirani signali sa 87,6% tačnosti test seta, a najlošije signali obrađeni Notch filtrom sa 68,8%.

Pretpostavka da će filtrirani signali dati najbolje rezultate ispostavila se kao pogrešna. Što je signal više obrađivan i pretprocesiran, mreža je davala lošije rezultate. Ovo se može pripisati osetljivosti samih signala, s obzirom da je signal u najvećoj meri izmenjen kombinacijom bandstop i bandpass filtera, i taj način obrade rezultirao je najmanjom procentualnom tačnošću. Osetljivost signala na filtriranje potvrđuje i činjenica da je rezultat mreže za signale obrađene Hampel filtrom, koji su najmanje promenjeni, za par procenata lošiji nego od rezultata nefiltriranih signala.