

Achiziția și prelucrarea semnalelor EEG

Bogdan Mihai Coșofreț

Această lucrare urmărește studiul achiziției și prelucrării semnalelor electrice generate de creier, folosind un dispozitiv numit brain-computer interface (BCI), ce realizează conexiunea dintre un sistem de calcul și un creier uman. Obiectivul final este acela de a implementa o suită de aplicații cu ajutorul căreia să se poată citi, vizualiza, filtra și salva informații reprezentând activitatea cerebrală a unei persoane, în timp real. Datele obținute pot fi utile pentru efectuarea experimentelor de cercetare, pentru a desluși misterele funcționării creierului, pentru îmbunătățirea experienței utilizatorilor paginilor web, și multe altele.

Pentru atingerea obiectivului propus, am folosit două sisteme BCI: o cască wireless oferită de firma Emotiv, și un sistem de achiziție produs de firma Brain Products. Mediul de dezvoltare ales este OpenViBE, o platformă software gratuită, cu sursă deschisă, ce poate funcționa împreună cu marea majoritate a sistemelor BCI comercializate în acest moment. Platforma este ușor de înțeles și utilizat de către persoane fără cunoștințe despre programare, dar poate integra și cod MATLAB, Python și C++ pentru a ajuta în prelucrarea datelor achiziționate. Pe lângă OpenViBE, am folosit și funcționalitățile limbajului MATLAB, în implementarea filtrelor, și pentru a studia activitatea cerebrală în diferite situații, cu ajutorul graficelor.

Prima aplicație poate fi utilizată pentru a achiziționa, vizualiza și salva semnalele creierului în timp real, pentru oricare din cele cinci benzi de frecvență studiate în prezent, atât în domeniul timpului, cât și în cel al frecvenței. Următoarea aplicație realizează afișarea acestor benzi cu ajutorul unor hărți topografice reprezentate în două, respectiv trei dimensiuni. Pentru a pune în evidență diferitele potențiale înregistrate cu sistemul BCI, acestea sunt mapate folosind culori diferite. Realizarea primelor două aplicații mi-a fost foarte utilă în a înțelege mai bine cum funcționează platforma software utilizată.

A treia aplicație utilizează un script MATLAB, și realizează filtrarea semnalului preluat de cască cu un filtru Savitzky-Golay, atenuând frecvențele înalte ale semnalului. Cu ajutorul acestuia, se poate identifica zgomotul ce apare ca urmare a mișcărilor ochilor și a clipitului, el fiind de o frecvență joasă. Odată identificat, acesta poate fi transmis către un sistem adaptiv de rejecție a zgomotelor, ce îl va elimina din semnalul achiziționat, fără a afecta substanțial componentele utile analizei. Cea de-a patra aplicație folosește tot un script MATLAB, pentru a implementa un filtru Notch. Acesta este un filtru stop-bandă ce poate fi configurat pentru a elimina unele componente ale semnalului, ce aparțin unui interval de frecvență foarte îngust, fără a afecta semnificativ restul semnalului. Scopul utilizării acestui filtru este pentru a elimina zgomotul de rețea, care afectează semnalele preluate de orice sistem de achiziție. La trecerea semnalului în domeniul frecvență, efectele acestuia se pot observa foarte clar, atâta timp cât sistemul BCI folosit nu are filtre implicite pentru eliminarea zgomotului respectiv.

În ultima etapă a proiectului, am realizat o comparație între activitatea cerebrală măsurată în timpul unor sesiuni de relaxare, și cea măsurată când rezolvam teste N-Back. Acesta este un exercițiu menit să îți solicite memoria de lucru. Mai întâi, am salvat semnalele achiziționate în fișiere externe de format CSV, pentru a le putea importa în MATLAB. După aceasta, folosind funcționalitățile limbajului de programare respectiv, am aflat anvelopele semnalelor pentru benzile beta și gama, utilizând două metode diferite, și le-am afișat prin intermediul unor grafice, pentru a ilustra diferența dintre cele două situații prezentate anterior. Motivul alegerii benzilor gama și beta este acela că sunt asociate cu stările alerte, de gândire și concentrare, iar diferența dintre o sesiune de relaxare și una de exerciții mentale ar trebui să fie evidentă. În final, am observat o creștere în intensitate a activității creierului în cazul testelor N-Back față de sesiunile de relaxare, acesta fiind rezultatul care ne așteptam să îl vedem.