

Metoda privind asignarea și calibrarea indicatorilor psihologici în Sistemul MindMi™

Autor: Dumitru Grigore, PhD

1. Introducere

Sistemul psihometric inferențial MindMi™, care are la bază fenomenologia răspunsului electrodermal, a necesitat intergrarea în algoritmul de calcul, a unui set de corespondențe între potențialele sale de răspuns, de tip SPL, respectiv SPR și parametrii măsurabili ai altei categorii de biosemnale asupra cărora s-a aplicat o metodă de identificare a semnificațiilor psihologice. O astfel de categorie este cea a biosemnalelor de tip EEG, măsurabile cu căști specializate care poziționează electrozii de măsură în acord cu Standardul Internațional 10-20, 10-10 sau 10-5.

Metoda prezentată aici descrie procedeul de asignare a indicatorilor psihologici prezentând etapizat pașii urmați în stabilirea celor mai apropiate semnificații psihologice ale biosemnalelor electrodermale obținute prin neurostimularea în curent alternativ a stadiului fazic al epidermei de la nivelul palmelor, tehnică descrisă de autor în brevetul RO127615/2013, dar și într-o serie de articole științifice, semnificații corespondente unor seturi de biosemnale de tip EEG, achiziționate simultan prin tehnici consacrate. Totodată este prezentată și procedura de scalare și calibrare a acestor indicatori rezultați, în scopul de a fi introduși în rapoartele psihometrice finale ale sistemului inferențial electrodermal.

2. Echipamente și software

Echipamentul de referință utilizat pentru implementarea metodei de față este sistemul BioSemi (Figura 1), în configurația 256+2 electrozi (Figura 2).



Figura 1. Sistemul BioSemi în montaj de lucru
(sursa: https://biosemi.com/pics/Praamstra_medium.gif)

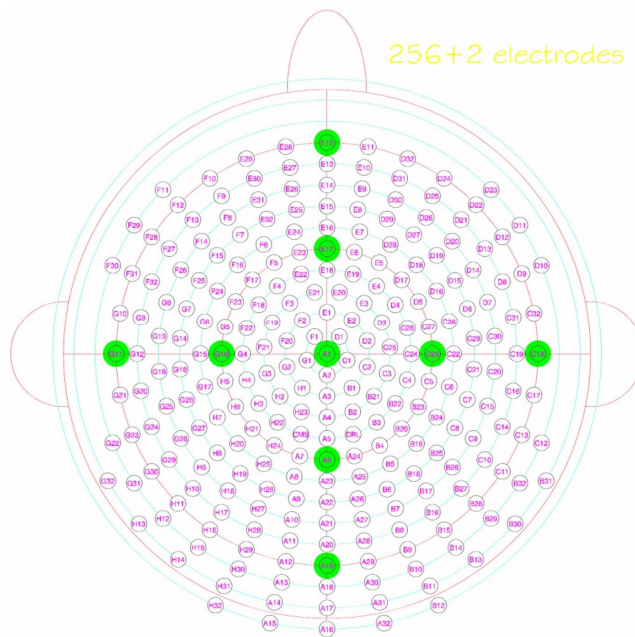


Figura 2: Configurația 256+2 electrozi în sistemul BioSemi.
(sursa: https://biosemi.com/pics/cap_256_layout_medium.jpg)

Sistemul BioSemi este compatibil cu interfața server de achiziție de tip Open VIBE v1.2.2. (Software for Brain Computer Interfaces and Real Time Neuroscience), pusă la dispoziție de către INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique) Franța, interfață utilizată aici pentru implementarea metodei de asignare (Figurile 3 și 4).

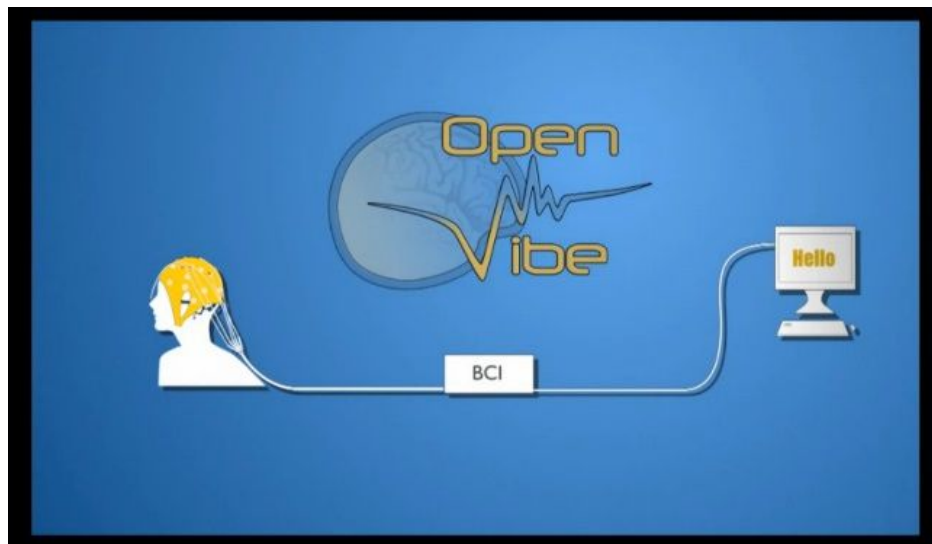


Figura 3: Sistemul de măsură cu interfața server de achiziție Open VIBE
(sursa: <http://openvibe.inria.fr/discover/>)

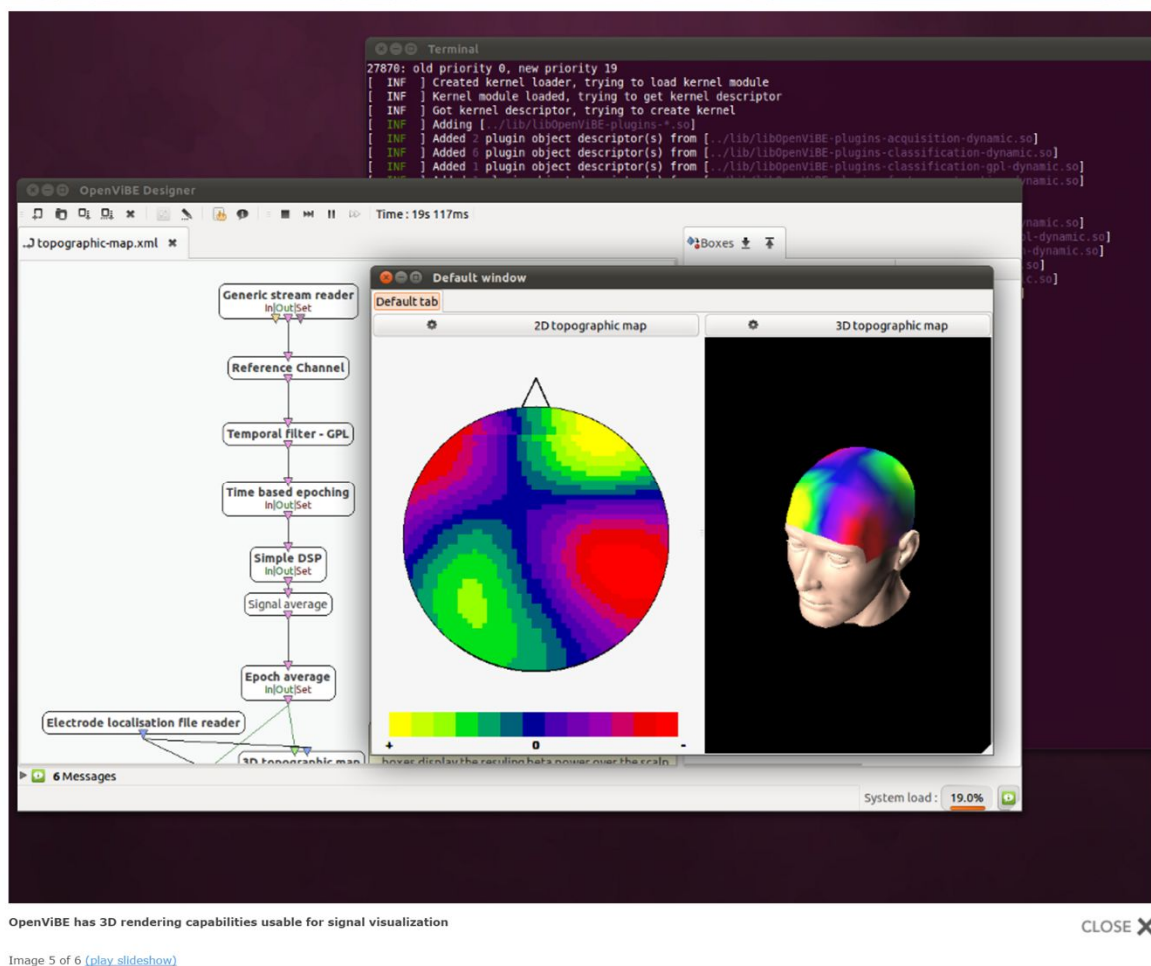


Figura 4. Vizualizarea zonelor active ale scoarței cerebrale utilizând interfața server de achiziție Open VIBE v1.2.2. (sursa: <http://openvibe.inria.fr/>)

Alte programe utilizate în maparea scoarței cerebrale sunt EEGLAB furnizat de: Swartz Center for Computational Neuroscience (Figura 5), respectiv BRAINSTORM - *a MATLAB Based, Open-Source Application for Advanced MEG/EEG Data Processing and Visualization* (Figura 6).

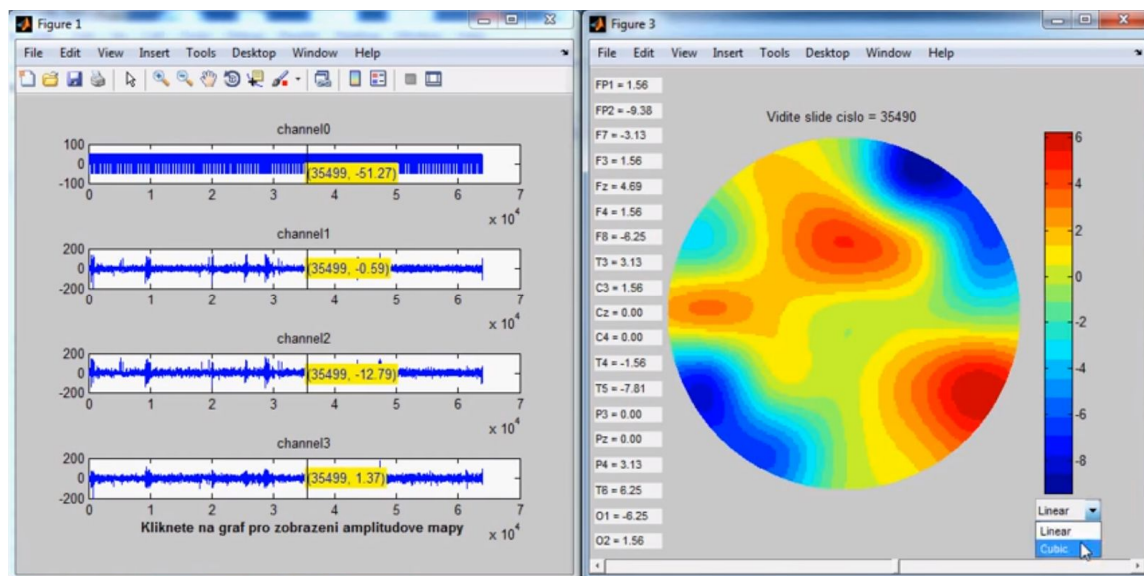


Figura 5: Maparea creierului cu EEGLAB
(sursa: <https://sccn.ucsd.edu/eeglab/downloadtoolbox.php>)

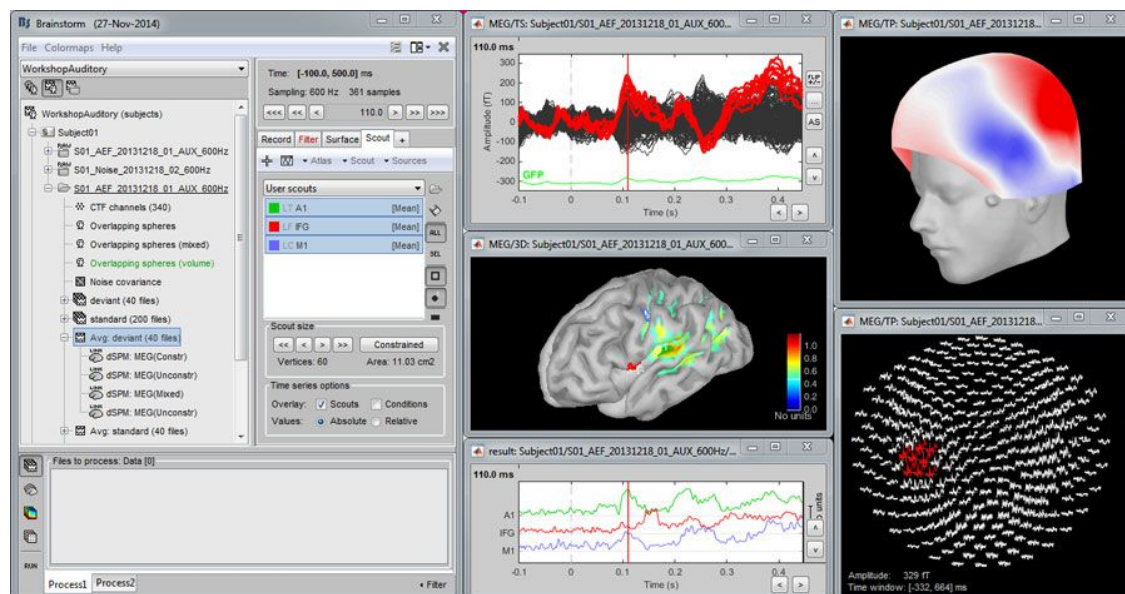


Figura 6: Maparea creierului cu BRAINSTORM
(sursa: <https://www.mathworks.com>)

Achiziția datelor de la nivelul palmelor a fost realizată cu scannerul de palme MindSpring™ al Sistemului MindMi™ (Figura 7), prin interfața software a acestuia.



Figura 7: Sistemul psihometric MindMi™
(sursa: <https://www.mindmisystem.com>)

3. Suport conceptual

a. Diagrama generală de mapare a creierului

Pentru studierea creierului, în prezent sunt folosite tehnici și tehnologii avansate, dintre care, notabilă este imagistica prin rezonanță magnetică. Aceasta oferă informații prețioase asupra zonelor din creier, activate sub acțiunea stimulilor, imagini care, reproduse prin evocare, confirmă și certifică conceptul de *pattern recognition*, fiind deosebit de utile în procedeele de cartografiere. Tot în scopul cartografierii creierului sunt utilizate și tehnicile de electroencefalografie (EEG), dar cu o mai mică rezoluție.

O mapare exhaustivă a creierului încă nu există. Se fac eforturi financiare enorme pentru o asemenea cercetare. A se vedea Proiectul american, intitulat sugestiv "BRAIN" (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) care, încă de la început și-a dorit realizarea unor imagini dinamice, la viteze foarte mari, ale interacțiunilor ce au loc la nivelul rețelelor neurale, prin tehnologii avansate, capabile să explice aspecte încă ascunse, asupra modului de procesare, memorare și decizie, în scopul clarificării legăturilor profunde dintre comportament și funcțiile cerebrale.

Human Brain Project, a fost, de asemenea o inițiativă foarte costisitoare a Comisiei Europene prin "European Month of the Brain" având ca țintă realizarea unui *atlas al creierului uman*. Aceasta presupune conceperea unor noi modele matematice, prin care vor fi simulate procese pe diferite niveluri de organizare corticală, dar și constituite baze de date, unificate într-o Platformă Neuroinformatică, furnizoare de informații unei alte platforme de simulare a creierului: *Brain Simulation Platform*.

În ceea ce privește cercetarea noastră, care a condus la finalizarea rapoartelor de evaluare oferite de către Sistemul psihometric MindMi™, obiectivul urmărit a fost o corelație înaltă între biosemnalele de tip electrodermal și cele de tip electroencefalografic,

pentru care s-au folosit seturi de date de valori mediate, pe sesiuni de timp optime. În procedeul de asignare am avut în vedere cele mai cunoscute diagrame de mapare a creierului (de ex. Figura 8) , dar și un concept fractal care a facilitat identificarea funcțională a zonelor de măsură, pentru biosemnalele EEG, respectiv un model tensorial inferențial cu ajutorul căruia s-au marcat biosemnalele EDA în vederea asignării.

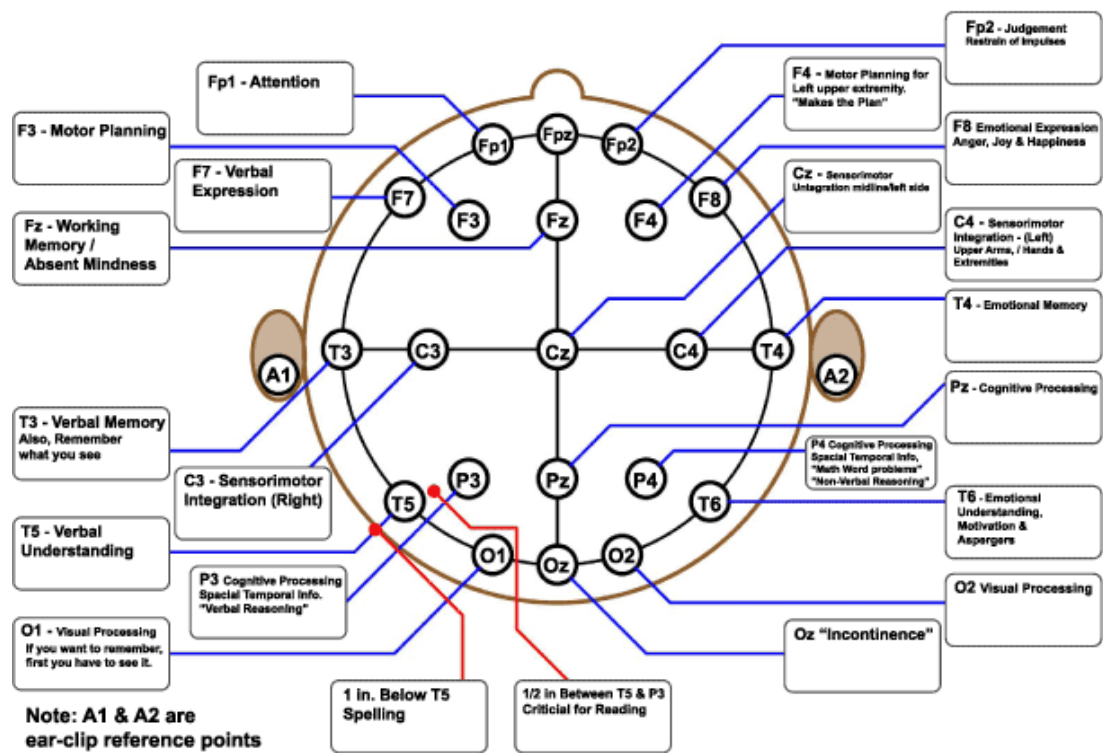


Figura 8: Sistemul 10-20 de mapare a funcțiilor creierului

(sursa: <http://www.diytdcs.com/tag/10-20-positioning/>;
<http://www.edmontonneurotherapy.com/>)

Aspecte importante privitoare la funcțiunile celor două emisfere cerebrale sunt oferite de autori ca Betty Edwards¹ sau mai recent, J. F. Lavach². De asemenea o contribuție importantă la clarificarea aspectelor de dominanță cerebrală aduce Ned Herrmann³ care propune modelul celor patru cadrane și un chestionar numit Herrmann Brain Dominance Instrument (HBDI). Prin modelul său Ned Herrmann realizează sinteza specializării pe orizontală și verticală a emisferelor cerebrale și a sistemului limbic, oferind posibilitatea unei explicații pentru diversitatea comportamentelor umane care ar putea fi caracterizată prin combinațiile celor patru cadrane.

În Tabelul 1 este prezentată o sinteză a rezultatelor cercetării privind procesele de gândire propuse de către autorii citați, aspecte care au fost luate în considerare în alcătuirea modelului fractal de analiză a funcțiilor cerebrale.

¹ Edwards, B., The New Drawing on The Right Side of the Brain. Penguin Putnam. 1999

² Lavach, J. F., Self-maintenance therapy in Alzheimer's disease, Oxford Journals, Archive of Clinical Neuropsychology (1999)

³ Herrmann, N., The Creative Brain, Brain Books, Lake Lure, North Carolina, 1990.

Tabelul 1: Modelul creierului - procesele de gândire

Stânga față	Modulul cerebral Procese de gândire		Dreapta față
COGNITIV - ANALITIC	Logic Analitic Vertical Rațional Convergent Verbal Tehnic Cantitativ Faptic Critic Structurat Ordonat Matematic	Perceptiv Sintetic Lateral Intuitiv Divergent Vizual-Holistic Artistic Global Conceptual Contemplativ Simbolic Integrativ Filosofic	INTEGRATIV - EXPERIMENTAL
OBIECTIV - SISTEMATIC	Temporal Cursiv-Secvențial Realist Explicit Ad-literam Ofensiv Planificat Detaliere Repetitivitate Gestionare timp Control, Autocontrol	Atemporal Spontan-Aleatoriu Imaginar, oniric Implicit Metaforic Defensiv Imprevizibil Interpersonalitate Kinestezie Emoții Senzații (Muzică, Imagini)	EMOȚIONAL - RELAȚIONAL
Stânga spate	Modulul limbic Procese de gândire		Dreapta spate

b. Funcțiile psihologice asociate modulelor corticale

Analiza de corelație utilizată în metoda de asignare și calibrare a indicatorilor psihologici folosește seturile de funcții prezentate în Tabelul 2:

Tabelul 2: Funcțiile psihologice asociate

Modulul COGNITIV – ANALITIC	Modulul EXPERIMENTAL -INTEGRATIV
- Funcțiile cognitiv-analitice	- Funcțiile experimental-creative - Funcțiile ofensiv-exploratorii
Modulul OBIECTIV - SISTEMATIC	Modulul EMOȚIONAL - RELAȚIONAL
- Funcțiile calității gândirii - Funcțiile expectativ-defensive	- Funcțiile expresiei emoționale - Funcțiile relațional-pasive - Funcțiile relațional-active - Funcțiile relațional-calitative

În cele ce urmează sunt enumerate funcțiile psihologice asociate modulelor cerebrale. Funcțiile autonome sunt acele funcții a căror prezență poate fi identificată prin activitatea electrică cerebrală direct la nivelul scalpului, iar funcțiile derivate sunt stabilite prin procedeul de sortare conform modelului fractal utilizat.

A. Funcțiile cognitiv-analitice

- *Funcțiile autonome:* Atenția (Fp1); Expresia verbală (F7); Memoria de lucru (Fz);
- *Funcții derivate:* Abilitatea lingvistică; Abilitatea matematică; Decizia;

B. Funcțiile obiectiv-sistematice

- *Funcțiile autonome:* Memoria verbală (T3); Înțelegerea verbală (T5); Raționamentul verbal (P3); Procesarea vizuală (O1);
- *Funcțiile calității gândirii* (derivate): Luciditate; Claritatea gândirii; Agilitate mentală, Flexibilitatea gândirii; Calmul mental; Capacitatea de concentrare;
- *Funcțiile expectativ-defensive* (derivate): Realism; Vigilență; Autoconservare; Indice de ego; Prudență; Răbdare; Obiectivitate;

C. Funcțiile emoțional-relaționale

- *Funcțiile autonome:* Memoria emoțională (T4); Înțelegerea emoțională (T6); Raționamentul non-verbal (P4); Procesarea vizuală (O2);
- *Funcțiile expresiei emoționale* (derivate): Emotivitatea; Stabilitatea emoțională; Confortul emoțional; Relaxarea; Adaptarea la stress;
- *Funcțiile relațional-pasive* (derivate): Sociabilitatea; Spiritul apartenenței la grup; Conformismul;
- *Funcțiile relațional-active* (derivate): Leadership; Afirmare; Autoritate; Atitudine justițiară; Asertivitate; Empatie; Abilitate oratorică;

- *Funcțiile relațional-calitative* (derivate): Încredere interrelațională; Respect față de ceilalți; Toleranță la opinii contrare; Altruism; Tărie de caracter; Responsabilitate; Generozitate; Probitate; Cumpătare; Sinceritate;

D. Funcțiile experimental-integrative

- *Funcțiile autonome*: Hotărâre, Reținerea impulsurilor (Fp2); Expresia emoțională (F8);
- *Funcțiile experimental-creative* (derivate): Intuiția; Creativitatea; Inventivitatea; Abilitatea vizuală;
- *Funcțiile ofensiv-exploratorii* (derivate): Curiozitate; Curaj; Autoîncredere; Optimism; Adaptabilitate; Perseverență; Dinamism; Ambiție; Autonomie; Vitalitate; Hărnicie; Impulsivitate; Controlul impulsivității; Autocontrol;

c. Modelul inferențial fractal EEG

Forma matematică generală a funcției inferențiale⁴ care se află în spatele funcției psihologice este dedusă din ritmurile specifice ale EEG înregistrate la nivelul scalpului unui subiect. Aceasta presupune stabilirea unor corespondențe între *densitatea spectrală de putere* pe fiecare bandă și categoriile de indicatori psihologici, considerate canale inferențiale. În acest sens pe fiecare canal i , se realizează o inferență specifică pentru o bandă j . Pentru aceasta este important de știut în ce fel, media *densității spectrale de putere* $\overline{S}_B$ de pe o bandă j , corespunde prin inferența γ_{EEG} , unor aspecte psihologice, înțelese pe câte un canal i de analiză. Descrierea acestei relații este de forma:

$$S_{ij} = \begin{pmatrix} \chi_{11}\overline{S}_{B1} & \chi_{12}\overline{S}_{B2} & \cdot & \cdot & \chi_{1j}\overline{S}_{Bj} \\ \chi_{21}\overline{S}_{B1} & \chi_{22}\overline{S}_{B2} & \cdot & \cdot & \chi_{2j}\overline{S}_{Bj} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \chi_{i1}\overline{S}_{B1} & \chi_{i2}\overline{S}_{B2} & \cdot & \cdot & \chi_{ij}\overline{S}_{Bj} \end{pmatrix} \quad (1)$$

pentru $(\forall)i = \overline{1, m}; (\forall)j = \overline{1, n}$, unde χ_{ij} este o funcție care exprimă impactul mediei *densității spectrale de putere* $\overline{S}_B$ de pe o bandă j pe un canal i , astfel încât relația dintre $\overline{S}_B$ și γ_{EEG} va fi de tipul:

$$\gamma_{EEGij} = \beta \chi_{ij} \overline{S}_{Bj} \quad (2)$$

unde β este un factor de scală de forma $\tau / |\overline{S}_{Bn} - \overline{S}_{B1}|$, τ este o constantă tehnologică, iar $\overline{S}_{Bn}$ și $\overline{S}_{B1}$ sunt densitățile spectrale de putere mediate pe benzile n și 1 .

Ținând cont de faptul că raportul de inferență psihofiziologică presupune reproducerea inferențială a tabloului de funcții psihologice Ψ_{EEGij} , se stabilește, plecând de la (2) că relația inferențială între elemente este de forma:

⁴ Grigore, D., "Determinarea tipologiei de personalitate prin inferență psihofiziologică din biosemnale EEG și EDA", cap. 2.4.2, 2017. <https://www.mindmisystem.com/ro/repere-stiintifice/>

$$\psi_{EEG_{ij}} = \rho_{EEG_i} \gamma_{EEG_{ij}} \quad (3)$$

unde ρ_{EEG_i} este randamentul cu care biosemnalul EEG de densitatea spectrală de putere mediate $\overline{S_{Bj}}$ poate produce o inferență pe un canal i :

$$\rho_{EEG_i} = m \frac{\sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}} \quad (4)$$

relație din care se scrie forma finală a unui *indicator inferențial EEG* ψ_{ij} :

$$\psi_{EEG_{ij}} = \frac{m\tau}{|\overline{S_{Bn}} - \overline{S_{B1}}|} \frac{\chi_{ij} \overline{S_{Bj}} \cdot \sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}} \quad (5)$$

Relațiile (2) și (3) realizează legătura funcției inferențiale cu media *densității spectrale de putere* $\overline{S_{Bij}}$ măsurată la nivelul scalpului.

Deducerea valorii funcției inferențiale (5) se rezumă la stabilirea formei lui χ_{ij} , funcția care ponderează impactul mediei *densității spectrale de putere* $\overline{S_B}$ de pe o bandă j pe un canal i . Pentru identificarea dimensiunilor acesteia, s-a utilizat modelul fractal din Figura 9.

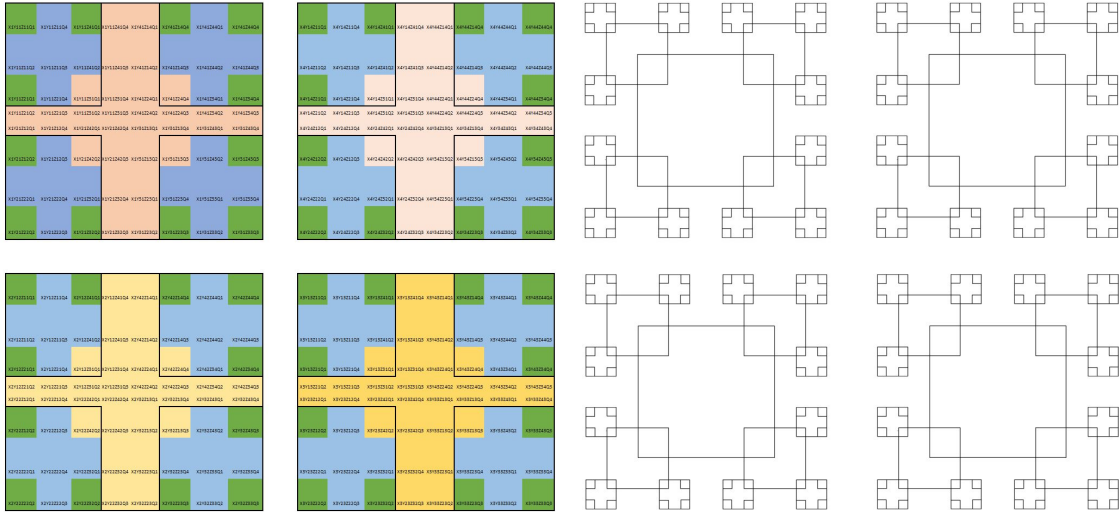


Figura 9. Modelul fractal pentru repartizarea funcțiilor psihologice inferate din biosemnale EEG

Forma geometrică din Figura 9 integrează până la nivelul 4 câte o matrice de operatori care compun funcția χ_{ij} . Nivelurile fractale sunt constituite în funcție de frecvența și puterea setului de biosemnale localizate în benzile și canalele clusterilor care alcătuiesc

modulele corticale. Selecția nivelurilor fractale este prezentată în Figura 10, iar structurile matriceale de operatori sunt descrise în Tabelele 3, 4, 5 și 6.

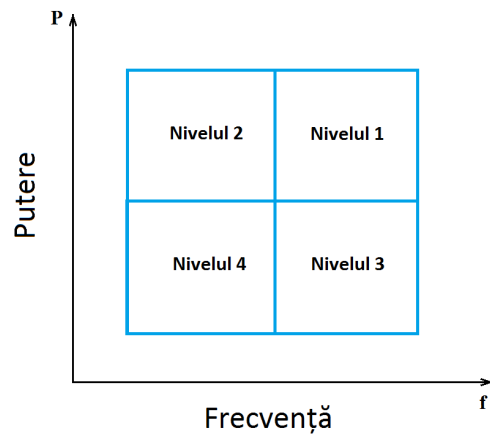


Figura 10: Nivelurile fractale în funcție de frecvență și putere

Tabelul 3: Componentele funcției χ_{ij} la nivelul 1

X_1	X_2
X_3	X_4

Tabelul 4: Componentele funcției χ_{ij} la nivelul 2

Y_{11}	Y_{41}	Y_{14}	Y_{44}
Y_{21}	Y_{31}	Y_{24}	Y_{34}
Y_{12}	Y_{42}	Y_{13}	Y_{43}
Y_{22}	Y_{32}	Y_{23}	Y_{33}

Tabelul 5: Componentele funcției χ_{ij} la nivelul 3

Z_{11}	Z_{41}	Z_{14}	Z_{44}
Z_{21}	Z_{31}	Z_{24}	Z_{34}
Z_{12}	Z_{42}	Z_{13}	Z_{43}
Z_{22}	Z_{32}	Z_{23}	Z_{33}

Tabelul 6: Componentele funcției χ_{ij} la nivelul 4

Q_1	Q_4
Q_2	Q_3

Forma integrală a matricei de repartizare a componentelor operaționale ale funcției χ_{ij} este prezentată în Tabelul 7. În baza acestei matrice se asignează, prin relația (5), fiecărui indicator psihologic, o funcție inferențială codată.

Tabelul 7: Matricea integrală a codurilor operatorilor funcției χ_{ij}

X1Y11Z11Q1	X1Y11Z11Q4	X1Y11Z41Q1	X1Y11Z41Q4	X1Y41Z14Q1	X1Y41Z14Q4	X1Y41Z44Q1	X1Y41Z44Q4	X4Y14Z11Q1	X4Y14Z11Q4	X4Y14Z41Q1	X4Y14Z41Q4	X4Y14Z44Q1	X4Y14Z44Q4		
X1Y11Z11Q2	X1Y11Z11Q3	X1Y11Z41Q2	X1Y11Z41Q3	X1Y41Z14Q2	X1Y41Z14Q3	X1Y41Z44Q2	X1Y41Z44Q3	X4Y14Z11Q2	X4Y14Z11Q3	X4Y14Z41Q2	X4Y14Z41Q3	X4Y14Z44Q2	X4Y14Z44Q3		
X1Y11Z21Q1	X1Y11Z21Q4	X1Y11Z31Q1	X1Y11Z31Q4	X1Y41Z24Q1	X1Y41Z24Q4	X1Y41Z34Q1	X1Y41Z34Q4	X4Y14Z21Q1	X4Y14Z21Q4	X4Y14Z31Q1	X4Y14Z31Q4	X4Y14Z421Q1	X4Y14Z421Q4		
X1Y11Z21Q2	X1Y11Z21Q3	X1Y11Z31Q2	X1Y11Z31Q3	X1Y41Z24Q2	X1Y41Z24Q3	X1Y41Z34Q2	X1Y41Z34Q3	X4Y14Z21Q2	X4Y14Z21Q3	X4Y14Z31Q2	X4Y14Z31Q3	X4Y14Z421Q2	X4Y14Z421Q3		
X1Y21Z12Q1	X1Y21Z12Q4	X1Y21Z42Q1	X1Y21Z42Q4	X1Y31Z13Q1	X1Y31Z13Q4	X1Y31Z43Q1	X1Y31Z43Q4	X4Y24Z12Q1	X4Y24Z12Q4	X4Y24Z42Q1	X4Y24Z42Q4	X4Y34Z13Q1	X4Y34Z13Q4		
X1Y21Z12Q2	X1Y21Z12Q3	X1Y21Z42Q2	X1Y21Z42Q3	X1Y31Z13Q2	X1Y31Z13Q3	X1Y31Z43Q2	X1Y31Z43Q3	X4Y24Z12Q2	X4Y24Z12Q3	X4Y24Z42Q2	X4Y24Z42Q3	X4Y34Z13Q2	X4Y34Z13Q3		
X1Y21Z22Q1	X1Y21Z22Q4	X1Y21Z32Q1	X1Y21Z32Q4	X1Y31Z23Q1	X1Y31Z23Q4	X1Y31Z33Q1	X1Y31Z33Q4	X4Y24Z22Q1	X4Y24Z22Q4	X4Y24Z32Q1	X4Y24Z32Q4	X4Y34Z23Q1	X4Y34Z23Q4		
X1Y21Z22Q2	X1Y21Z22Q3	X1Y21Z32Q2	X1Y21Z32Q3	X1Y31Z23Q2	X1Y31Z23Q3	X1Y31Z33Q2	X1Y31Z33Q3	X4Y24Z22Q2	X4Y24Z22Q3	X4Y24Z32Q2	X4Y24Z32Q3	X4Y34Z23Q2	X4Y34Z23Q3		
X2Y11Z211Q1	X2Y11Z211Q4	X2Y11Z241Q1	X2Y11Z241Q4	X2Y42Z14Q1	X2Y42Z14Q4	X2Y42Z44Q1	X2Y42Z44Q4	X3Y13Z11Q1	X3Y13Z11Q4	X3Y13Z41Q1	X3Y13Z41Q4	X3Y13Z44Q1	X3Y13Z44Q4		
X2Y11Z211Q2	X2Y11Z211Q3	X2Y11Z241Q2	X2Y11Z241Q3	X2Y42Z14Q2	X2Y42Z14Q3	X2Y42Z44Q2	X2Y42Z44Q3	X3Y13Z11Q2	X3Y13Z11Q3	X3Y13Z41Q2	X3Y13Z41Q3	X3Y13Z44Q2	X3Y13Z44Q3		
X2Y11Z221Q1	X2Y11Z221Q4	X2Y11Z231Q1	X2Y11Z231Q4	X2Y42Z24Q1	X2Y42Z24Q4	X2Y42Z34Q1	X2Y42Z34Q4	X3Y13Z21Q1	X3Y13Z21Q4	X3Y13Z31Q1	X3Y13Z31Q4	X3Y13Z421Q1	X3Y13Z421Q4		
X2Y11Z221Q2	X2Y11Z221Q3	X2Y11Z231Q2	X2Y11Z231Q3	X2Y42Z24Q2	X2Y42Z24Q3	X2Y42Z34Q2	X2Y42Z34Q3	X3Y13Z21Q2	X3Y13Z21Q3	X3Y13Z31Q2	X3Y13Z31Q3	X3Y13Z421Q2	X3Y13Z421Q3		
X2Y22Z12Q1	X2Y22Z12Q4	X2Y22Z42Q1	X2Y22Z42Q4	X2Y32Z13Q1	X2Y32Z13Q4	X2Y32Z43Q1	X2Y32Z43Q4	X3Y23Z12Q1	X3Y23Z12Q4	X3Y23Z42Q1	X3Y23Z42Q4	X3Y32Z13Q1	X3Y32Z13Q4		
X2Y22Z12Q2	X2Y22Z12Q3	X2Y22Z42Q2	X2Y22Z42Q3	X2Y32Z13Q2	X2Y32Z13Q3	X2Y32Z43Q2	X2Y32Z43Q3	X3Y23Z12Q2	X3Y23Z12Q3	X3Y23Z42Q2	X3Y23Z42Q3	X3Y32Z13Q2	X3Y32Z13Q3		
X2Y22Z22Q1	X2Y22Z22Q4	X2Y22Z32Q1	X2Y22Z32Q4	X2Y32Z23Q1	X2Y32Z23Q4	X2Y32Z33Q1	X2Y32Z33Q4	X3Y23Z22Q1	X3Y23Z22Q4	X3Y23Z32Q1	X3Y23Z32Q4	X3Y32Z23Q1	X3Y32Z23Q4		
X2Y22Z22Q2	X2Y22Z22Q3	X2Y22Z32Q2	X2Y22Z32Q3	X2Y32Z23Q2	X2Y32Z23Q3	X2Y32Z33Q2	X2Y32Z33Q3	X3Y23Z22Q2	X3Y23Z22Q3	X3Y23Z32Q2	X3Y23Z32Q3	X3Y32Z23Q2	X3Y32Z23Q3		

Exemplul 1:

Funcția inferențială a *inventivității*:

$$\Psi_{Inventivitate} = \frac{m\tau}{\left| \overline{S_{Bn}} - \overline{S_{B1}} \right|} \frac{\chi_{ij} \overline{S_{Bj}} \sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \chi_{ij} \overline{S_{Bj}}} \quad (6)$$

d. Modelul inferențial tensorial EDA

În cazul biosemnalelor de tip EDA, forma matematică generală a funcției inferențiale care se află în spatele funcției psihologice este dedusă din potențialele de tip SPL și SPR măsurate la nivelul palmelor unui subiect. În acest caz, s-a considerat că fiecare sursă de neurostimulare, aferentă unui canal i , realizează o inferență specifică⁵ pentru o bandă j , $(\forall) j = \overline{1, n}$.

Forma finală a unui *indicator inferențial electrodermal* $\psi_{EDA_{ij}}$ este data de relația:

$$\psi_{EDA_{ij}} = \frac{u_{1i} \tau_i}{u_{\max} - u_0} \frac{u_{1j} - u_0}{u_{1i} - u_{2i}} \frac{\int_{t_1}^{t_2} u_i(t) dt}{\int_{t_1}^{t_2} (u_1(t) + u_2(t) + \dots + u_i(t)) dt} \quad (7)$$

unde $\tau/(u_{\max} - u_0)$ este un factor de scală, $u_{\max}$ este potențialul maxim de pe scala utilizată, u_0 este valoarea minimă a potențialului de răspuns, până la care se poate intercepta o inferență psihofiziologică, iar u_{1i} , u_{1j} și u_{2i} sunt potențiale aferente *canalului de stimulare* și pantei *benzii de inferență*, iar u_i este potențialul de răspuns măsurat pe canalul i . [Grigore, 2016].

În cazul clasificării funcțiilor inferențiale EDA s-a ținut cont de două criterii:

1. *Factorul de răspuns electrodermal* ζ , definit ca raportul obținut din valori mediate: $u_{\text{SPR}}/u_{\text{SPL}}$; $0 \leq \zeta < 1$
2. *Labilitatea electrodermală* λ , definită ca număr de răspunsuri pe sesiune de achiziție; $0 < \lambda \leq 10$;

Ca și în cazul stabilirii nivelurilor de fractalizare a funcțiilor inferențiale EEG, criteriile ζ și λ stabilesc patru niveluri de clasificare a funcțiilor inferențiale EDA ca în Figura 11.

⁵ Grigore, D., "Determinarea tipologiei de personalitate prin inferență psihofiziologică din biosemnale EEG și EDA", cap. 4.2.2, 2017. <https://www.mindmisystem.com/ro/repere-stiintifice/>

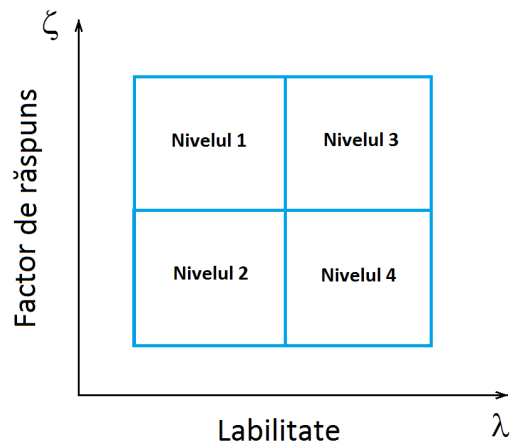


Figura 11. Nivelurile de clasificare a funcțiilor inferențiale EDA

Procedeul urmat conduce la stabilirea unui tensor inferențial ale cărui coordonate sunt prezentate în Tabelul 8.

Tabelul 8: Conținutul tensorului inferențial EDA

Zona de măsură		Funcțiile inferențiale asociate cortexului stâng				Funcțiile inferențiale asociate cortexului drept			
		Nivel N_1	Nivel N_2	Nivel N_3	Nivel N_4	Nivel N_1	Nivel N_2	Nivel N_3	Nivel N_4
D R E A P T A	1	Ψ_{11}	Ψ_{12}	Ψ_{13}	Ψ_{14}				
	2	Ψ_{21}	Ψ_{22}	Ψ_{23}	Ψ_{24}				
	3	Ψ_{31}	Ψ_{32}	Ψ_{33}	Ψ_{34}				
	.	.	.	.	.				
	.	.	.	.	.				
	.	.	.	.	.				
	n	Ψ_{n1}	Ψ_{n2}	Ψ_{n3}	Ψ_{n4}				
S T Â N G A	1					Ψ'_{11}	Ψ'_{12}	Ψ'_{13}	Ψ'_{14}
	2					Ψ'_{21}	Ψ'_{22}	Ψ'_{23}	Ψ'_{24}
	3					Ψ'_{31}	Ψ'_{32}	Ψ'_{33}	Ψ'_{34}
	.					.	.	.	.
	.					.	.	.	.
	.					.	.	.	.
	n					Ψ'_{n1}	Ψ'_{n2}	Ψ'_{n3}	Ψ'_{n4}

4. Subrutina de sortare

După stabilirea celor două categorii de funcții inferențiale, s-a utilizat o subrutină de sortare al cărei algoritm este prezentat în Figura 13.

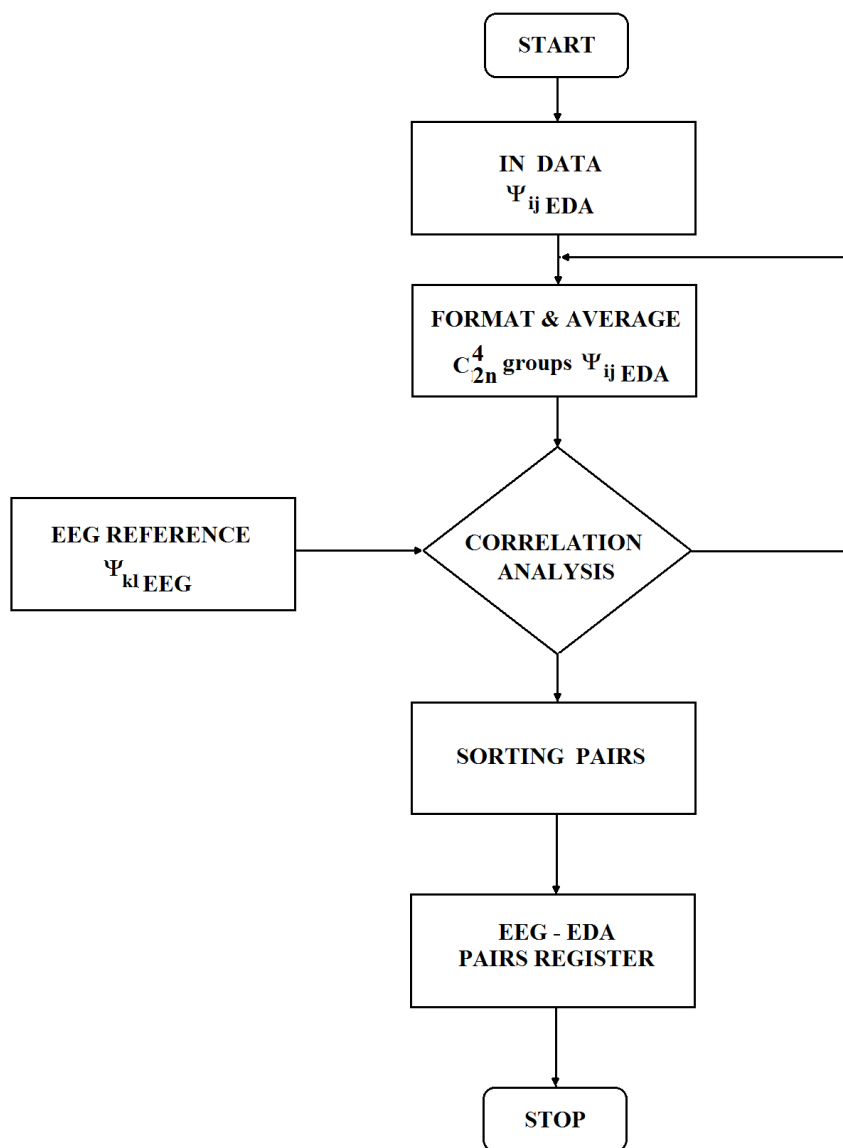


Figura 13: Subrutina de sortare a funcțiilor inferențiale EEG-EDA

În cadrul subrutinei de sortare, o funcție EEG constituie referința în raport cu care este sortată o funcție EDA. După analiza individuală a fiecărei funcții EDA în corelație cu referința EEG, acestea sunt supuse unui proces de grupare și mediere progresivă. Funcțiile mediate compuse, obținute astfel se supun în continuare analizei de corelație. Scopul acestui procedeu este identificarea celei mai înalte corelații între o funcție EEG și una EDA, simplă sau compusă. Perechile care corelează peste un prag prestabilit sunt listate, ierarhizate și sortate. Rezultatele sortării regăsite în registrul de perechi de funcții

inferențiale EEG-EDA au constituit *baza de atribuire a identității psihologice* integrată Sistemului psihometric MindMi™.

Exemplul 2:

Funcția pereche a *inventivității*: $\Psi_{Inventivitate\ EEG} \sim \Psi'_{EDA23}$

5. Calibrarea

- Potențialele de răspuns electrodermal: intervalul linear 0 – 5000 [mV];
- Funcțiile inferențiale, pentru ambele categorii de biosemnale: intervalul linear 0 – 100 [u.inf.] unități convenționale inferențiale;
- Frecvențele cerebrale: intervalul linear 0,5 – 30 [Hz]
- Densitățile spectrale de putere: scala (0 - 12) unități de acuratețe [aq.u.PSD], specifică instrumentului de măsură;
- Factorul de răspuns electrodermal: intervalul linear 0 – 1;
- Labilitatea electrodermală: intervalul linear 0 – 10;

6. Precizări finale

Pentru o rezoluție ridicată, precum și pentru o cât mai largă categorie de vârstă, în procedura de asignare-calibrare a fost folosit un eșantion de 400 persoane cu vârste cuprinse între 18 și 65 ani.

Bibliografie

1. Edwards, B., The New Drawing on The Right Side of the Brain. Penguin Putnam. 1999
2. Grigore, D., "Echipament electronic și metodă pentru determinarea rapidă a profilului psihologic", RO127615, OSIM, România 2013
3. Grigore, D., "Metodă fractală inferențială", "Sesiunea Științifică a Academiei Oamenilor de Știință din România", Durău, 22-24 septembrie, 2016
4. Grigore, D., "Determinarea tipologiei de personalitate prin inferență psihofiziologică din biosemnale EEG și EDA", cap. 2.4.2, 4.2.2, 2017. <https://www.mindmisystem.com/ro/repere-stiintifice/>
5. Herrmann, N., The Creative Brain, Brain Books, Lake Lure, North Carolina, 1990.
6. Lavach, J. F., Self-maintenance therapy in Alzheimer's disease, Oxford Journals, Archive of Clinical Neuropsychology (1999)
7. https://biosemi.com/pics/Praamstra_medium.gif
8. https://biosemi.com/pics/cap_256_layout_medium.jpg
9. <http://openvibe.inria.fr/discover/>
10. <http://openvibe.inria.fr/>
11. <https://sccn.ucsd.edu/eeglab/downloadtoolbox.php>
12. <https://www.mathworks.com>
13. <https://www.mindmisystem.com>