

## Sinteza lucrării

**Proiect ID-48, contract Nr. 204/1.10.2007**

**Faza de raportare:** 01.10.2007 – 31.12.2007

**Titlu proiect:** *Complexitatea dinamicii corticale în timpul legării perceptuale: oscilații gamma.*

**Director de proiect:** Dr. Raul C. Mureșan

### 1. Obiectivele fazei

Pentru această fază, s-au previzionat două mari obiective:

- Dotarea laboratorului experimental.
- Punerea în funcțiune a laboratorului și finalizarea echipei de cercetare.

Având în vedere natura proiectului de cercetare, cel mai important obiectiv al primei faze a fost dotarea laboratorului experimental. Pentru experimentele pe subiecți umani, s-a urmărit achiziționarea unui aparat EEG de înaltă performanță. Cel de-al doilea obiectiv presupunea completarea echipei de cercetare prin selectarea unui nou membru și de asemenea pregătirea softurilor de înregistrare și stimulare.

### 2. Implementarea obiectivelor

Toate obiectivele propuse au fost realizate în proporție de 100%, după cum urmează.

#### 2.1. *Dotarea laboratorului*

Elementul crucial care va determina tipurile de experimente viabile și performanța acestora este reprezentat de aparatul de înregistrare a electro-encefalogramelor (EEG). În vederea obținerii unor date experimentale precise s-a urmărit atât o rezoluție spațială mare (128 de electrozi) cât și o rezoluție temporală crescută (minim 4 kHz sampling rate). La procedura de “negociere fără publicarea unui anunț de participare”, s-au prezentat două oferte:

- S.C. BioSemi, WG Plein 129, 1054 SC Amsterdam, Olanda

- S.C. Brain Products GmbH, Zeppelinstr. 7, 82205 Gilching, Germania.

În urma aplicării procedurii de achiziție, s-a optat pentru prețul cel mai scăzut, fiind selectată oferta BioSemi cu următoarea configurație: Active Two 128 Channel EEG Recording System, având 128 canale și o frecvență de sampling de 4 kHz la numărul de canale specificat anterior.

De asemenea, pe lângă echipamentul EEG de bază, s-au achiziționat și accesoriile necesare:

- Contacte pentru măsurarea răspunsului (Response Switch);
- Microfon conectabil la aparatura de achiziție a datelor;
- Galvanic skin response module;
- Monitor de 24" pentru vizualizare date înregistrate.

## ***2.2. Completarea echipei de cercetare și punerea în funcțiune a laboratorului***

În propunerea originală de proiect s-a specificat un membru al echipei de cercetare care urmează a fi selectat prin interviu. S-a menționat că profilul acestuia, având în vedere natura proiectului, v-a trebui să fie din domeniul psihologiei. În urma interviurilor de la Coneural, a fost selectată Țincaș Ioana, de la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Psihologie și Științe ale Educației, doctorand sub îndrumarea Prof. Dr. Mircea Miclea. A fost obținut și acordul acestuia din urmă iar documentele necesare au fost transmise UEFISCSU în data de 22.10.2007.

Punerea în funcțiune a laboratorului presupune, pe lângă instalarea și ajustarea echipamentului de înregistrare, crearea unei baze performante de calcul pentru stocarea și procesarea datelor. În acest sens, s-au configurat și achiziționat calculatoare performante, QuadCore cu capacitate mare de stocare (> 500 GB). De asemenea, s-a început dezvoltarea unui soft care să permită generarea de stimuli vizuali care pot fi recunoscuți cu diferite grade de dificultate, într-o manieră controlată. Softul de înregistrare, implementat în LabView, va fi furnizat de BioSemi, împreună cu echipamentul EEG. În scopul analizei datelor, am implementat algoritmi pentru calculul spectrelor de frecvență folosind tehnica "Multi-Taper" (Percival and Walden, 1993) și de asemenea algoritmi pentru calculul coerenței spectrale (Pesaran et al., 2002).

### 3. Rezultate științifice

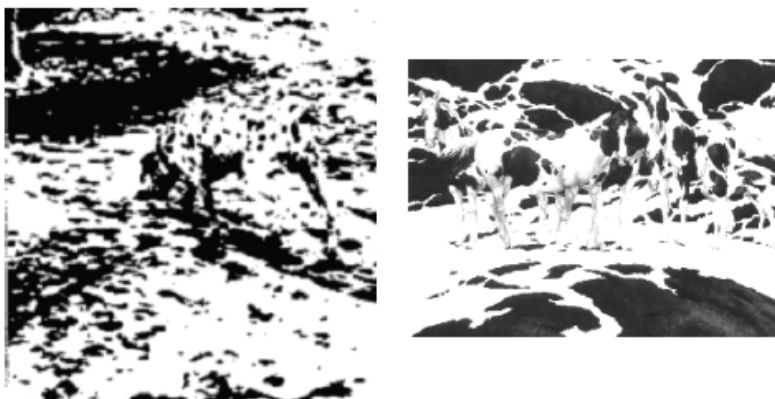
Prezentăm în continuare cele mai importante rezultate obținute în urma cercetărilor din faza raportată.

#### 3.1. Pregătirea stimulilor

Paradigma experimentală propusă prevede, printre altele, prezentarea unor stimuli care induc, pentru un observator uman, un grad diferit de dificultate al recunoașterii. Până în prezent, există foarte puține studii în acest sens, majoritatea bazându-se pe combinarea unui canal de informație cu un canal de zgomot. "Mixing-ul" progresiv dintre zgomot și informația utilă, permite ajustarea flexibilă a gradului de dificultate. O altă strategie frecvent folosită este "masking-ul", prin care se prezintă, imediat după imaginea utilă, o mască a cărei componentă interferează într-o anumită măsură, controlabilă, cu percepția stimulului (Melloni et al., 2007). Aceste strategii însă sunt mai puțin potrivite pentru studiul legării perceptuale din mai multe motive:

- informația vizuală poate fi recunoscută relativ ușor, nefiind necesar un proces de inferență vizuală (cum e cazul la stimuli de tip Kanizsa de exemplu);
- la un nivel suficient de vizibilitate, recunoașterea obiectului decurge instant, putând fi atribuită unui proces de "matching" feed-forward (Masquelier T. and Thorpe, 2007; Mureșan, 2002; Riesenhuber and Poggio, 1999).

**A. Task tip "visual search"**



**B. Mooney face**



**Fig. 1.** Stimuli vizuali utilizați în studiul legării perceptuale. A. Stimuli de tip "visual search". B. Stimul de tip "Mooney face" utilizat în studiul legării perceptuale la pacienți schizofreni.

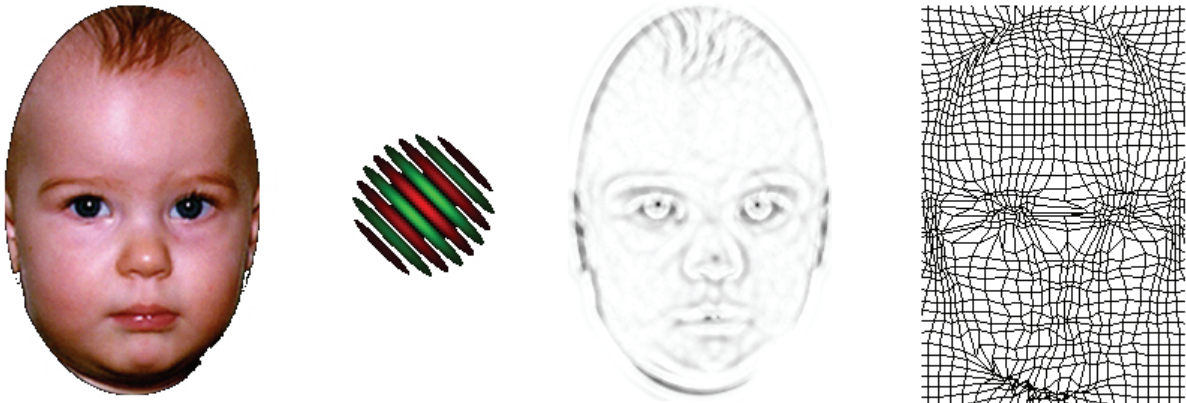
În aceste condiții, sunt necesari stimuli de alt tip, pentru a studia legarea perceptuală într-un mod mai controlat. Asemenea stimuli au fost introduși prin task-uri de căutare vizuală (“visual search”) în care un obiect foarte similar cu “background-ul” este ascuns într-un câmp de distractori (Tallon-Baudry et al., 1997). Legarea perceptuală apare prin detecția de către sistemul vizual al unor schimbări ale statisticii locale, în zona obiectului de interes, față de statistica globală a “background-ului” (Fig. 1A). Stimuli oarecum similari (Fig. 1B) au fost utilizați și în studiul legării perceptuale la schizofreni (Uhlhaas et al., 2006). Deși acești stimuli au fost utilizați cu succes în studiul legării perceptuale, ei nu prezintă o alternativă viabilă pentru studiul nostru, în primul rând datorită faptului că gradul de dificultate al percepției nu poate fi controlat într-un mod sistematic. Singurele transformări posibile pe acest tip de stimuli sunt: inversarea (Uhlhaas et al., 2006) sau distorsionarea locală (Tallon-Baudry et al., 1997).

Pentru a studia complexitatea dinamicii corticale în timpul legării perceptuale, avem nevoie de stimuli care au următoarele proprietăți:

- nu permit recunoașterea rapidă printr-un simplu proces de “matching”;
- algoritmul de generare a stimulilor trebuie să permită manipularea într-un mod consistent și sistematic a gradului de dificultate a percepției.

Pornind de la aceste constrângeri, am început implementarea unui sistem complet nou de generare de stimuli (Fig. 2). Acesta se bazează în primă fază pe calculul unei hărți care conține punctele de interes, cu cel mai înalt grad de informație locală, utilizând conceptul de Gabor Jet (Wiskott et al., 1997). Aplicarea unei set de filtre Gabor orientate (Fig. 2, coloana 2) permite calculul unei hărți de “saliență” (Fig. 2, coloana 3). Această hartă am utilizat-o pentru a calcula distorsiunea unei suprafețe elastice de puncte. Ideea de bază este de a deforma un set de puncte care respectă o statistică dată, așa încât după deformare să se obțină un set de puncte care violează statistica respectivă în vecinătatea punctelor de interes ale obiectului. Practic, se obține o modulare locală a statisticii globale, modulare condusă de statistica inerentă obiectului de interes. Prin manipularea forțelor de deformare și a constantelor elastice, se obține o manipulare consistentă a gradului de modulare,

permițându-ne astfel să controlăm sistematic dificultatea recunoașterii obiectului din imaginea finală.



**Fig. 2.** Calculul unei hărți de distorsiune utilizând forțe gravitaționale și elastice. Rezultat preliminar.

Algoritmul de calcul al distorsiunii este încă în dezvoltare, problemele de deformare elastică fiind greu de rezolvat numeric. De asemenea, modularea unei texturi destinație folosind harta de distorsiuni și detaliile algoritmului de distorsionare vor fi raportate în faza următoare.

### **3.2. Colaborări la nivel internațional**

Prin deplasarea directorului de proiect în Germania, s-a stabilit o colaborare directă cu Institutul Max Planck pentru Cercetarea Creierului și Brain Imaging Center din Frankfurt am Main. Experimentele preliminare utilizând EEG de înaltă densitate, se vor efectua în paralel și la Frankfurt, prin deplasarea Ioanei Țincaș, în Ianuarie 2008, la un stagiu de cercetare la respectivele institute din Germania. Colaboratorul nostru este Dr. Lucia Melloni, de la Brain Imaging Center, cu o vastă experiență în înregistrare de date EEG și psihofizică. De asemenea, Prof. Dr. Wolf Singer și Dr. Danko Nikolić de la Institutul Max Planck, ne vor asista în dezvoltarea și rafinarea paradigmele experimentale.

### **3.3. Creșterea vizibilității la nivel mondial**

În scopul creșterii vizibilității grupului de cercetare și al laboratorului, rezultate preliminare privind vizualizarea datelor neuronale multidimensionale au fost trimise la conferința internațională: Computational and Systems Neuroscience 2008 (COSYNE

2008). Titlul prezentării este: “Exploring Parallel Recorded Spike Trains”, cu următorii autori: Jurjuț O.F., Nikolić D., Singer W., Metzler D., Mureșan R.C. De asemenea, s-au publicat două lucrări poster la workshop-ul internațional “Coherent Behavior in Neuronal Networks (COBENN)” care a avut loc în Mallorca, Spania, între 17-20 Octombrie 2007:

- R.C. Muresan, Do I integrate or do I resonate? That is the question! Coherent Behavior in Neural Networks (CoBeNN) Mallorca, Spain, P23, 2007.
- O.F. Jurjut, D. Nikolic, D. Metzler, W. Singer, R.C. Muresan, Vizualizing Multi-dimensional Neuronal Data, Coherent Behavior in Neuronal Networks (CoBeNN) Mallorca, Spain, P16, 2007.

## Referințe bibliografice

1. Masquelier T. and Thorpe S.J. (2007), Unsupervised learning of visual features through spike timing dependent plasticity. *PLoS Computational Biology* 3(2):e31.
2. Melloni L., Molina C., Pena M., Torres D., Singer W. and Rodriguez E. (2007), Synchronization of Neural Activity across Cortical Areas Correlates with Conscious Perception. *Journal of Neuroscience* 27: 2858-2865.
3. Mureșan R.C. (2002), Complex Object Recognition Using a Biologically Plausible Neural Model, In: *Advances in Simulation, Systems Theory and Systems Engineering*, WSEAS Press: Athens, pp. 163-168.
4. Percival D. and Walden A. (1993), Spectral Analysis for Physical Applications. Cambridge University Press.
5. Pesaran B., Pezaris J.S., Sahani M., Mitra P.P., Andersen R.A. (2002), Temporal structure in neuronal activity during working memory in macaque parietal cortex. *Nature Neuroscience*, 5(8): 805-811.
6. Riesenhuber M. and Poggio T. (1999), Hierarchical Models of Object Recognition in Cortex. *Nature Neuroscience* 2: 1019-1025.
7. Tallon-Baudry C., Bertrand O., Delpuech C., and Pernier J. (1997), Oscillatory gamma-Band (30–70 Hz) Activity Induced by a Visual Search Task in Humans. *Journal of Neuroscience* 17(2):722–734.
8. Wiskott L., Fellous J.M., Kuiger N., von der Malsburg C. (1997), Face recognition by elastic bunch graph matching. *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 19(7): 775-779.
9. Uhlhaas P.J. Phillips W.A., Mitchell G., Silverstein S.M. (2006), Perceptual grouping in disorganized schizophrenia. *Psychiatry Research*, 145 105–117.