

HIJERARHIJSKE NEURONSKE MREŽE I MOŽDANI TALASI: NA PUTU KA TEORIJI SVESTI

Dejan Raković

Elektrotehnički fakultet, p.fah 816, Beograd,

Rezime. U radu je data uporedna biokibernetička analiza mogućnosti neuronskih mreža i moždanih talasa u modeliranju psiholoških funkcija. Ukazano je da sadašnje veštačke neuronske mreže nisu u stanju da modeliraju većinu psiholoških funkcija, pre svega zbog svoje nehijerarhijske arhitekture. S druge strane, neki biokibernetički modeli hijerarhijskih neuronskih mreža pokazuju ohrabrujući napredak u ovom pogledu - što i nije iznenađenje imajući u vidu da se procesiranje informacija na nivou centralnog nervnog sistema odigrava posredstvom hijerarhijski organizovanih i povezanih neuronskih mreža. Ipak, za modeliranje većine psiholoških funkcija (memorisanje, učenje, emocije, mišljenje, a posebno svest, kreativnost i transpersonalne interakcije) neophodni su i moždani talasi, uključujući i kompleksne biofizičke jonske neuronske mreže. Ovo pokazuje da je za modeliranje psiholoških funkcija neophodno korišćenje suptilnih biofizičkih hijerarhijskih neuronskih mreža sa jonskom ultraniskofrekventnom moždanotalasnom aktivnošću. Istaknute su i implikacije ovih istraživanja na mnoge oblasti nauke.

Danas prevladajuća naučna paradigma je da se procesiranje informacija na nivou centralnog nervnog sistema odigrava posredstvom hijerarhijski organizovanih i povezanih neuronskih mreža. Na primer, vizuelna informacija prvo se hijerarhijski procesira na nivou mrežnjače (počev od mreže fotoreceptornih čepića i štapića, pa do mreže ganglijskih ćelija), da bi se hijerarhijsko procesiranje nastavilo na nivou primarnih, sekundarnih i tercijarnih senzornih ili interpretacijskih područja u kori velikog mozga (od kojih se svako sastoji od hijerarhije nekoliko neuronskih mreža) [1]. Veze unutar kao i između susednih neuronskih mreža u ovoj hijerarhiji ostvaruju se posredstvom sinapsi (jedan neuron može ostvariti oko 40.000 sinaptičkih veza sa susedima), koje mogu biti eksitatorne ili inhibitorne. Osim toga, tokom procesa učenja značajnu ulogu u globalnoj distribuciji (po celoj moždanoj kori) hijerarhijski obrađivanih informacija igraju i moždani talasi [2].

Pored razvoja eksperimentalnih tehnika koje su omogućile fiziološko ispitivanje interakcija hijerarhijski povezanih susednih nivoa bioloških neuronskih mreža, značajan doprinos ustoličenju paradigme neuronskih mreža predstavljali su teorijski prodori u ovoj oblasti u poslednjih desetak godina [3].

Sekvencijalni (fon Nojmanovi) računari danas imaju takt $\sim 10^{-9}$ s, dok je prosečno vreme generacije akcionog potencijala neurona $\sim 10^{-3}$ s. Iako je ovaj odnos brzine aktivacije pojedinačnih procesirajućih elemenata $\sim 10^6$ puta veći kod sekvencijalnih poluprovodničkih računara, ipak je mozak superioran nad njima kada se radi o nekim komplikovanim zadacima, kao što su obrada i prepoznavanje slike, orijentacija i kretanje u prostoru promenljivih karakteristika, razumevanje govora itd. Razlog velikih mogućnosti mozga leži u paralelnoj obradi informacija.

Osim toga, pošto je broj neurona u mozgu, kao i broj veza između njih konstantan, znanje je distribuirano po vezama, a nove informacije se dodaju podešavanjem jačine veza između neurona. Takođe, određeni delovi informacija se ne nalaze na tačno određenim pozicijama, nego su distribuirani po regionima u mozgu. Time oštećenje neurona, pa čak i grupa neurona, ne utiče u većoj meri na pogoršanje performansi sistema, dok kod većine sekvencijalnih računara uništenje dela procesorske jedinice ili dela memorije vodi ili ka prestanku rada celog sistema ili do nepovratnog gubitka informacija.

Za razliku od sekvencijalnih računara, kod kojih centralna procesorska jedinica kontroliše sve interne aktivnosti i ima pristup memoriji, kod mozga je upravljanje lokalno. Ponašanje svakog neurona u mozgu zavisi samo od njegovog prethodnog znanja i od ulaznog okruženja, pa se može reći da je izlaz svakog neurona funkcija lokalno dostupne informacije.

Neuronske mreže, kao pokušaj modeliranja rada ljudskog mozga, poseduju mnoge dobre osobine: paralelan rad, izvršenje komplikovanih zadataka u relativno kratkom vremenu, distribuiranu raspodelu informacija, slabu osetljivost na oštećenja, kao i mogućnost učenja, odnosno adaptacije na promene u okruženju i poboljšanje rada na osnovu iskustva.

Ove dobre osobine neuronskih mreža podstakle su mnoge naučnike na ideju da su one rešenje za većinu problema: sa dovoljno velikom mrežom i adekvatnim obučavanjem, mreže bi mogle da izvršavaju proizvoljne zadatke, bez poznavanja detaljnog matematičkog algoritma datog problema. Trenutno, ovakva očekivanja su još daleko od realizacije. Za sada je realno rešenje u pronalaženju odgovarajuće mrežne topologije i pravila obučavanja za svaki pojedinačni zadatak [3]. Dosadašnja praktična iskustva [4] sa obučavanjem veštačkih neuronskih mreža ukazuju da je bitno da obučavanje ne traje suviše dugo, i da nema suviše skrivenih neurona, jer to dovodi do pretreniranosti mreže i tendencije da samo memoriše ulazno-izlazne parove vektora, a ne i da vrši generalizaciju (učenje) - sa sposobnošću da prepozna i neki novi ulazni vektor za koji nije obučavana!

Međutim, mozak se sastoji od $\sim 10^{10}$ neurona, a istovremeno je vrlo fleksibilan, što jasno ukazuje da je nešto drugačije organizovan u odnosu na veštačke neuronske mreže. Zaista, iako su veštačke neuronske mreže nastale kao koncept kopiranja funkcije bioloških neuronskih mreža, mnoge od komercijalnih mreža nemaju suštinske sličnosti sa biološkim - koje su organizovane kao hijerarhijske neuronske mreže!

BIOLOŠKE HIJERARHIJSKE NEURONSKE MREŽE

Većina veštačkih neuronskih mreža ima maksimalni broj međuveza između funkcionalno *nespecijalizovanih* neurona susednih slojeva, gde je svaki neuron jednog sloja povezan sa svim neuronima susednog sloja (masivni paralelizam).

Međutim, u hijerarhijskim neuronskim mrežama povezanost između neurona susednih slojeva je znatno proređenija, odnosno lokalizovanija. Prednost arhitekture hijerarhijskih neuronskih mreža je da funkcionalno *specijalizovani* neuroni svakog sloja procesiraju samo ograničenu količinu informacija iz prethodnog sloja. Ukupna globalna situacija se onda postepeno rekonstruiše kako se procesirajuća informacija pomera ka izlaznim slojevima hijerarhijske mreže.

Ovakav pristup zahteva daleko manji broj neurona u hijerarhijskim neuronskim mrežama, nego što bi to bio slučaj u mrežama sa masivnim paralelizmom veza između susednih slojeva. Treba svakako istaći da su hijerarhijske mreže prilagođene za one zadatke gde ulazna informacija ima konzistentno povezane strukture nižeg, srednjeg i višeg nivoa, što je slučaj sa spoljašnjim čulnim dražima (slučajni podaci, međutim, nemaju takvu strukturu). Iz tog razloga su biološke neuronske mreže organizovane kao hijerarhijske mreže!

Važan doprinos u modeliranju bioloških hijerarhijskih neuronskih mreža dao je Grosberg sa saradnicima [5], radeći na hijerarhijskoj arhitekturi prilagođenoj za modeliranje percepcije osvetljenosti vidnog polja, baziranoj na eksperimentalnim neuropsihološkim podacima o ekstraktorima jednostavnih vizuelnih perceptivnih karakteristika. Numeričke simulacije su pokazale da ovakva mreža može da prepozna i različite psihološke iluzije, vezane za probleme osvetljenosti površina.

Značajan doprinos u modeliranju bioloških hijerarhijskih mreža dao je i Friman sa saradnicima [6]. Uvodeći sistem povratnih sprega na različitim hijerarhijskim nivoima mreže, dobijena je mreža koja odražava dinamiku mirisnog sistema. Kao rezultat modeliranja, nastaju čudni atraktori sa višestrukim "krilima": centralni deo atraktora može se interpretirati kao bazalna haotična električna aktivnost mirisnog sistema (koja simulira moždanotalasnu elektroencefalogramsku (EEG) aktivnost bez prisustva mirisnog stimulusa), dok se krila atraktora mogu interpretirati kao "kvazi-granične kružnice", koje odgovaraju kvaziperiodičnim stanjima indukovane moždanotalasne aktivnosti (tzv. evocirani potencijali (EP)), pri pojavi različitih mirisnih stimulusa. Ovakve neuronske mreže sa ugrađenom EEG-aktivnošću ne zavise od početnih uslova mreže, odnosno mogu klasifikovati neprekinuti niz stimulusa. To ukazuje i da je EEG (bez prisustva stimulusa) pripremna aktivnost mozga, koja omogućava njegov brži odgovor na stimuluse!

PERSPEKTIVE ZA TEORIJSKU PSIHLOGIJU

Hijerarhijske neuronske mreže predstavljaju i biološku osnovu *učenja* i *memorije*, jer gore pomenuti tipovi *percepcije* zahtevaju prethodno obučavanje (učenje) mreže, praćeno memorisanjem datog podatka! U slučaju mirisnog sistema, Friman sa saradnicima je predložio sledeći hijerarhijski mehanizam učenja i memorije [7]. Pod dejstvom eksitatornih perifernih neurona čula mirisa, u mirisnom režnju mozga aktivira se lokalizovani skup nervnih ćelija (svega 1-5% od ukupnog broja neurona mirisnog režnja), čije sinapse ojačavaju saglasno Hebovom pravilu [8]. Dalja aktivnost ovog lokalizovanog skupa neurona omogućava globalno širenje i memorisanje informacija u celom mirisnom režnju.

Dakle, čini se da je *učenje* u mirisnom sistemu vezano za generisanje odgovarajuće aktivnosti lokalnog skupa nervnih ćelija u mirisnom režnju, dok je *memorisanje* i *sećanje* povezano i sa celim mirisnim režnjom! Sama aktivacija i malog broja mirisnih receptora u nosu dovodi do hijerarhijske aktivacije prvo odgovarajućeg lokalnog skupa neurona mirisnog režnja, a posle i celog mirisnog režnja.

Nešto slično se događa uopšte u procesu učenja [2]: dok se nešto uči, informacija se hijerarhijski obrađuje preko primarnih, sekundarnih i tercijernih moždanih struktura, i potom posredstvom moždanih talasa širi po celoj moždanoj kori! Međutim, kada se učenje završi (tzv. habituacija), isti vizuelni stimulus može se naći samo u vizuelnom sistemu!

To takođe ukazuje da moždani talasi igraju suštinsku ulogu u *distribuciji* informacija po celoj moždanoj kori, i njihovom *memorisanju*! Naravno, u ovom procesu veoma značajnu ulogu igra i prošireni retikularno-talamički sistem [9], kao hijerarhijski sistem neuronskih mreža koji poredi trenutno procesirane informacije sa onim već postojećim u memoriji moždane kore, dajući prioritet i pojačavajući jednu od procesirajućih informacija do svesnog frekventnog nivoa α ili β moždanih talasa; ostale informacije ostaju nepojačane na nesvesnim nižim frekventnim δ i θ nivoima. Ovo je u osnovi i mehanizam "*emocionalnog bojenja*" informacija, koje su pre toga u suštini bezlične. Tako se može reći da postoje dva nivoa *kodiranja* i *memorisanja* informacija u biološkim neuronskim mrežama [10,11]: prostorno-vremenski nivo (koji je odgovoran za prostorno distribuiranu memoriju, kroz dinamičko ojačavanje i slabljenje sinapsi, saglasno Hebovom pravilu) i ultraniskofrekventni nivo (koji je odgovoran za normalno svesna i nesvesna stanja, kroz ultraniskofrekventnu modulaciju prvog nivoa)!

Saglasno prethodno rečenom, proces *mišljenja* mogao bi da se razdvoji bar na dva dela: prvo, izdvajanje (selekcija) jedne informacije iz obilja drugih koje hijerarhijska struktura moždanih neuronskih mreža obrađuje, i njeno pojačanje do svesnog nivoa, i drugo, rešavanje problema vezano za tu informaciju. Prvi proces je praćen emocionalnom i jezičkom modulacijom informacije nedominantnom (najčešće desnom), odnosno dominantnom (najčešće levom) moždanom hemisferom [12]. Drugi proces uključuje prefrontalnu zonu kao i asocijativne sekundarne i tercijarne moždane strukture [13]. Značajnu ulogu u tome mogu imati i moždani talasi - kroz distribuciju informacija po celoj moždanoj kori [2], kao i u prelaznim stanjima svesti [11] (sa an-ticipativnim kreativnim uvidima), ili stacionarnim izmenjenim stanjima svesti [11,14]

(sa intenzivnim asocijativnim mešanjem normalno svesnih i nesvesnih sadržaja veza-nih za dati problem, što može doprineti njegovom bržem rešavanju)!

NA PUTU KA TEORIJI SVESTI

Posebno značajna uloga moždanih talasa odnosi se na modeliranje svesti, odnosno *stanja svesti* - i posebno izmenjenih stanja svesti, karakterisanih dramatičnim ubrzavanjem svesnog procesiranja informacija, koje se ne može objasniti čisto elektrohemijским zakonitostima koje leže u osnovi sinaptičkih procesa u biološkim neuronskim mrežama. Saglasno nedavno predloženom biofizičkom modelu svesti autora ovog rada [10,11], elektromagnetna (EM) komponenta ultraniskofrekventnih (ULF) moždanih talasa, pridružena "subjektivnom" referentnom sistemu svesti, omogućava odlično slaganje sa uskim granicama svesnog kapaciteta obrade informacija u normalnom budnom stanju i vrlo proširenim granicama u izmenjenim stanjima svesti - zbog fizičkog relativističkog mehanizma proširenja subjektivne "vremenske baze"!

Prema ovom modelu, *svest* je suptilni unutrašnji displej u formi EM komponente ULF moždanih talasa, u koji se neprekidno kodiraju informacije iz moždanih neuronskih mreža (u kojima je sinaptičko kodiranje i dalje elektrohemijško), fizičkim mehanizmom EM indukcije! Tada su, saglasno ovom modelu, *izmenjena stanja svesti* [15] (REM faza spavanja, hipnoza, meditacija, halucinantna stanja, neka psihopatološka stanja, klinička smrt, ...) posledica odvajanja dela jonskog akupunktornog sistema izvan granica kože (kada se u njemu "zarobljena" EM komponenta ULF jonskih struja kreće kroz blago jonizovanu gasovitu sredinu niskodielektrične konstante, $\epsilon_r \approx 1$), dok su *normalna stanja svesti* (budno stanje, non-REM faza spavanja, ...) ostvarena kada nema tog odvajanja (kada se moždani talasi prostiru isključivo kroz moždanu sredinu visokodielektrične konstante, $\epsilon_r \gg 1$)!

Prema ovom modelu, *sanjanje* i slična halucinantna stanja karakteristika su izmenjenih stanja svesti ($\epsilon_r \approx 1$), kada dolazi do mešanja normalno svesnih i nesvesnih sadržaja i kada je ekstremno proširena subjektivna vremenska baza! Uloga sanjanja je integracija svesnih i nesvesnih nivoa ličnosti oko jednog asocijativnog jezgra, odnosno "ego-stanja", što doprinosi rastu ličnosti [11,14] i ublažavanju emocionalnih konflikata! Tako *meditacija*, kao prolongirano izmenjeno stanje svesti, omogućava efikasnije integrisanje ličnosti, ali je neizbežno praćena raspadom ultradijalnog ritma, odgovornog za smenu normalnih i izmenjenih stanja svesti (periodičnosti $\sim 1,5 - 2$ h, u stanjima i budnosti i spavanja [16]). Međutim, ukoliko osoba u sebi nosi jake psihičke konflikte, odnosno poseduje više ego-stanja, rezultat prolongirane meditacije biće integracija ličnosti oko više pomenutih ego-stanja, sa neželjenim rezultatom pocepane (umesto dobro integrisane) ličnosti; ovih opasnosti su svesni kompetentni učitelji meditacije, koji ne preporučuju njeno ubrzano praktikovanje psihički labilnim osobama (za koje je glavni prioritet *rasterećivanje* psihičkih konflikata, o čemu će kasnije još biti govora u kontekstu kontrolisanih transpersonalnih interakcija u prelaznim stanjima svesti).

Dislocirana jonska struktura u pomenutom modelu svesti mora imati formu blago jonizovane gasovite neuronske mreže, kako bi se mogle efikasno prepoznavati informacije kontinualno prepisivane iz moždanih neuronskih mreža! Otuda ova neuronska mreža igra i ulogu optičkog *senzora*, koji može panoramski percepirati okolinu u izmenjenim stanjima svesti, o čemu izveštavaju pacijenti posle reanimacije iz kliničke smrti [17]!

Lista *transpersonalnih fenomena* koje model predviđa time se ne iscrpljuje. U kratkotrajnim ($\leq 0,1$ s) prelaznim stanjima između normalnih (visokodielektričnih) i izmenjenih (niskodielektričnih) stanja svesti, "zarobljeno" ULF EM polje vezano za svest skokovito menja svoju brzinu, sa ekvivalentnim ubrzanjem $\sim 10^9$ m/s². Tako velika ubrzanja sreću se samo u ekstremno snažnim gravitacionim poljima, u kojima Opšta teorija relativnosti predviđa otvaranje tzv. Ajnštajn-Rozenovih prostorno-vremenskih tunela (mostova) i između veoma udaljenih događaja u prostor-vremenu [18]. S obzirom na fizičku ekvivalentnost inercijalnih i gravitacionih ubrzanja (što je jedan od kamena temeljaca i Njutnove i Ajnštajnovе fizike), isti fenomeni se mogu očekivati i u pomenutim prelaznim stanjima svesti [11]!

Ovo bi mogla da bude biofizička osnova tzv. *astralnih projekcija* svesti, za koje retki praktičari tvrde da ne podležu prostorno-vremenskim ograničenjima [19,20], a dodajmo da o reminiscenciji na prolazak kroz neki tunel svedoče i pacijenti posle reanimacije iz kliničke smrti [17]! U kratkotrajnim prelaznim stanjima svesti, u udaljenu prostorno-vremensku tačku, prethodno adresiranu u svesti,¹ mora protunelirati tamo i natrag i sama dislocirana gasovita jonska neuronska mreža, kao senzor koji percipira informaciju o prostorno-vremenski udaljenom događaju. Ovakve "astralne projekcije" svesti verovatno su osnova i nekih *parapsiholoških* fenomena (vidovitost, prekognicija, retrognicija) [21], što ujedno pokazuje i zašto su ovo fenomeni kratkotrajni i teško ponovljivi u laboratoriji: uslovi za njih se spontano stiču tek za 1,5-2 sata, sa periodičnošću ultradijalnih ritmova koji upravljaju smenom normalnih i izmenjenih stanja svesti [16].

To bi mogla biti i biofizička osnova *kreativnosti* [11], koja bi se mogla lako staviti pod kontrolu svesnim adresiranjem na izabrani problem, uoči prelaznog stanja budnost/spavanje! Pri buđenju bi mozak pojačao do svesnog nivoa onaj san koji se odnosi na (optimalno) rešenje adresiranog problema, dajući mu prioritet u odnosu na ostale procesirane informacije. Ovako dobijena informacija je najčešće kodirana kroz sprezanje sa asocijativno povezanim svesnim i nesvesnim informacijama tokom perioda REM-sanjanja (koji slede posle prelaznog stanja između budnosti i spavanja), zbog čega ima neku simboličku formu - koju treba naknadno dekodirati kroz introspektivnu analizu sna. Naravno, da bi se ovako rešio neki naučni ili tehnički problem

¹ Potvrda za ovu pretpostavku je tehnika kojom se služe "ekstrasensi" kada žele da ostvare neki uticaj na daljinu: oni uvek intenzivno vizualizuju osobu ili mesto, kao željene mete uticaja [20]. S druge strane, to bi moglo biti dublje povezano i sa ulogom svesti u kvantnoj teoriji merenja, gde svest svojim aktom opservacije vrši konačni kolaps početne talasne funkcije u jedno od mogućih probabilističkih svojstvenih funkcija sistema - što ukazuje da bi kolaps mogao imati veze sa generisanjem lokalnih Ajnštajn-Rozenovih tunela [11].

potrebno je da osoba bude ekspert u datoj oblasti, kako bi se rešenje problema pretočilo na odgovarajućem naučnom ili tehničkom jeziku.

Pomenute "astralne projekcije" svesti verovatno su osnova i *religioznih* iskustava, sa misaonim adresiranjem na prostorno-vremenski dislocirane bogate jonske arhetipske strukture iz religiozne tradicije, kojima se upućuje molitva u prelaznim stanjima svesti. Čini se i da je efikasnost *molitve* u uklanjanju unutrašnjih psihičkih konflikata (uzrokovanih nekim prethodnim međuljudskim sukobima) posledica sličnih biofizičkih transpersonalnih komunikacija sukobljenih osoba u *prelaznim stanjima* svesti molioca, praćenih uzajamnim reprogramiranjem unutrašnjih konflikata (kao klika budućih uzajamnih sukoba, ali i potencijalnih psihosomatskih i psihičkih poremećaja). Ovo bi moglo biti objašnjenje za posebnu efikasnost molitve sprovedene pred spavanje (što preporučuju sve religiozne tradicije), kada se najlakše kontrolišu adresirani sadržaji svesti uoči prelaznog stanja budnost/spavanje!

Pomenimo, takođe, da je dislocirana jonska gasovita struktura nestabilna, i da se rasplinjava za ~1 h, kada koncentracija jona u kanalima ove strukture dostiže koncentraciju jona u okolnom vazduhu, čime jonosfera postaje jednako provodna za ULF jonske struje, pa se do tada lokalizovano EM ULF polje moždanih talasa delokalizuje po čitavoj jonosferi [11,22]. Dugodometne interakcije ovog tipa su dodatno olakšane zbog tzv. Šumanovih rezonanci Zemljine jonosfere, koje se dobro poklapaju sa ULF spektrom moždanih talasa [23]. Pomenuti mehanizam razmene informacija u ULF domenu mogao bi da predstavlja i značajan adaptivni mehanizam na nivou čitavih životinjskih vrsta, na šta izgleda ukazuju neka istraživanja [24]; unutar ljudske populacije, čini se da tzv. Mahariši efekat [25] podržava postojanje takvog mehanizma - koji može predstavljati biofizičku osnovu *kolektivnog nesvesnog* u Jungovoj psihologiji [26]! U tom kontekstu, moglo bi se reći da jonosfera predstavlja dinamičku kolektivnu memoriju čitavih bioloških vrsta, koju biološke jedinice neprekidno osvežavaju sa periodičnošću i fazom svojih ultradijalnih ritmova.

Ovo ujedno ukazuje na veliki praktični značaj *moralna* čak i na nivou čistote misli i osećanja pojedinaca, jer se negativne misli i emocije pojedinaca ili grupa ljudi prenose na čitavu ljudsku populaciju, što se potom kumulativno pojačava - sa konačnim negativnim globalnim uticajem na ljudsku civilizaciju. Takvo globalno procesiranje informacija na nivou jonosfere omogućeno je nehomogenostima u njenoj jonskoj strukturi na mestima varijacija u gustini linija zemljinog magnetnog polja, čime se jonosfera ponaša kao džinovska "optička" neuronska mreža, sa jonskim kanalima veće električne provodnosti u odnosu na okolinu.

Zaokružujući listu fenomena transpersonalne psihologije, dodajmo da se *ezoterijski pojmovi* kao što su *astralno telo* (*manomaya, lingasarira, manovijnana, ka, psyche, finotvarno telo, psihičko telo, ...*) i *mentalno telo* (*vijnanamaya, suksmasarira, manas, ba, thymos, spiritualno telo, noetičko telo, ...*) [27] mogu povezati sa delimično dislociranim (izvan granica kože) jonskim akupunkturnim sistemom, i sa u njemu sadržanom EM komponentom ULF jonskih struja, respektivno! Osim toga, ono što se danas pogrešno naziva *bioenergija* (*či, prana, pneuma, životni eterični fluid, ...*), jer se

ne radi ni o kakvom novom obliku biološke energije [26], može se identifikovati sa jonima, koji teku kroz jonske kanale akupunkturnog sistema u formi ULF jonskih struja, sa informacionim sadržajem kodiranim u formi prostorno-vremenske raspodele struja i EM polja. Tako se čini da se proces isceljenja može shvatiti kroz *difuziju jona* sa jonski bogatog akupunkturnog sistema iscelitelja na jonski osiromašeni akupunkturni sistem obolelog i/ili kao transfer informacija u formi raspodele EM potencijala odgovornih za normalno funkcionisanje akupunkturnog sistema i sveukupno zdravstveno stanje; takođe, u ovim procesima mogu se očekivati i "astralne projekcije" dislocirane jonske strukture u spiritualnoj dijagnozi i isceljivanju na daljinu (uključujući molitvu adresiranu na bogate jonske arhetipske strukture u prelaznim stanjima svesti [20]).

Konačno, ako je svest vezana za EM polje moždanih talasa, a EM polje je samo jedan od četiri vida ispoljavanja jedinstvenog fizičkog polja [28] (gravitaciona, elektromagnetna, slaba i jaka nuklearna sila), izgleda da se potvrđuje *panteistička* ideja da je svest svojstvo prirode na svim nivoima [25,27] - od mikroskopskog do makroskopskog, od nežive do žive materije!? Razlika se jedino ispoljava u složenosti posmatranih materijalnih struktura i interagujućih polja. U ovom kontekstu, sve lokalne svesti bile bi međupovezane (kroz prethodno opisane interakcije u izmenjenim i, posebno, prelaznim stanjima svesti) čineći džinovsku kosmičku informacionu mrežu sa delokalizovanim svešću, ukazujući ponovo na izuzetan značaj *morala*, i na nivou misli i osećanja!

ZAKLJUČAK

Prethodna uporedna analiza mogućnosti modeliranja psiholoških funkcija (svest, memorisanje, učenje, emocije, kreativnost, mišljenje, transpersonalne interakcije) evidentno pokazuje neophodnost korišćenja suptilnih biofizičkih hijerarhijskih neuronskih mreža sa jonskom ultraniskofrekventnom moždanotalasnom aktivnošću - čime se objedinjuju dobre osobine modela i neuronskih mreža i moždanih talasa.

Posebno značajnim se pokazuju istraživanja *izmenjenih stanja svesti*, koja predstavljaju ključ za razumevanje i same prirode svesti, što bi moglo imati velike implikacije na mnoge oblasti nauke, kao i na svakodnevni život ljudi:

(a) u *medicini* bi razumevanje fenomena svesti moglo dovesti do rasvetljavanja mnogih tajni funkcionisanja mozga, kao i uloge akupunkturnog sistema u kognitivnim aspektima izmenjenih stanja svesti;

(b) u *psihologiji* bi se postiglo razumevanje mehanizma i uloge izmenjenih stanja svesti u sazrevanju ličnosti, kontroli kreativnosti, kao i transpersonalnih fenomena koji obično prate ova stanja;

(c) u *biologiji* bi se moglo pokazati da su granice interakcija između jedinki mnogo provizornije nego što je to do danas izgledalo, što bi bilo od značaja ne samo za adaptivne mehanizme na nivou čitavih bioloških vrsta, već i za dublje razumevanje značaja samog morala u ljudskoj populaciji;

(d) u *fizici* bi razumevanje fenomena svesti moglo dovesti do dubljeg razumevanja fundamentalnih problema o ulozi posmatrača u kvantnomehničkom aktu merenja, što bi pokazalo da svest, prostor, vreme i struktura materije interaguju na znatno dubljem nivou nego što se misli; tako bi razumevanje i kontrola transpersonalnih interakcija suštinski izmenili i oblast komunikacija, u kojoj bi sadašnje prostorno-vremenske barijere bile radikalno prevaziđene;

(e) u *računarstvu* razumevanje prirode svesti moglo bi dovesti do računara sa veštačkom svesću, koji bi funkcionisali na dubljim kvantnomehničkim principima;

(f) konačno, i ne slučajno, dublje razumevanje same prirode svesti i transpersonalnih fenomena moglo bi dovesti i do naučnog razumevanja nekih krajnjih *filozofsko-religioznih* pitanja, koja su do sada tradicionalno ostajala izvan domena teorijsko-eksperimentalnih naučnih metoda prirodnih nauka, i zato predstavljala predmet dubokih i bolnih iracionalnih podela tokom čitave istorije civilizacije, što bi se zahvaljujući naučnim prodorima u oblasti svesti konačno moglo prevazići.

Posveta: Ovaj rad posvećujem senima svoga brata Đorđa Janjića, sa trajnom zahvalnošću za odlučujuće intelektualne i duhovne podsticaje u ranoj mladosti.

LITERATURA

- [1] M.Livingstone, Art, illusion and the visual system, *Sci.Amer.*, Jan. 1988, pp. 68-75.
- [2] E.R.John, Switchboard vs. statistical theories of learning and memory, *Science* 177 (1972), pp. 850-864; E.R.John, T.Yang, A.B.Brill, R.Young, and K.Ono, Double-labeled metabolic maps of memory, *Science* 233 (1986), pp. 1167-1175.
- [3] J.J.Hopfield, Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities, *Proc. Natl. Acad. Sci.* 79 (1982), pp. 2554-2558; J.J.Hopfield, Neurons with graded response have collective computational properties like those of two-state neurons, *ibid* 81 (1984), pp. 3088-3092; R.Hecht-Nielsen, *Neurocomputing* (Addison-Wesley, New York, 1990).
- [4] D.Hammerstrom, Working with neural networks, *Spectrum*, July 1993, pp. 46-53.
- [5] S.Grossberg, E.Mingolla, and D.Todorović, A neural network architecture for preattentive vision, *IEEE Trans. Biomed. Engin.* 36 (1989), pp. 65-84.
- [6] Y.Yao and W.J.Freeman, Model of biological pattern recognition with spatially chaotic dynamics, *Neural Networks* 3 (1990), pp. 153-170.

- [7] C.A.Skarda and W.Freeman, EEG research of neural dynamics: Implications for models of learning and memory, in J.Delacour and J.C.S.Levy, eds., *Systems with Learning and Memory Abilities* (North-Holland, Amsterdam, 1988).
- [8] D.Hebb, *The Organization of Behavior* (Wiley, New York, 1949).
- [9] K.R.Poper and J.C.Eccles, *The Self and Its Brain* (Springer, Berlin, 1977) Chs. E2,8; v. takođe V.Desimirović, Biološke osnove svesti, u D.Raković i Đ.Koruga, eds., *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996), i tamošnje reference.
- [10] D.Raković, Neural networks, brainwaves, and ionic structures: Acupuncture vs. altered states of consciousness, *Acup. & Electro-Therap. Res., Int. J.* 16 (1991), pp. 88-99.
- [11] D.Raković, *Osnovi biofizike* (Grosknjiga, Beograd, 1994 i 1995), Gl. 5; D.Raković, Moždani talasi, neuronske mreže i jonske strukture: biofizički model izmenjenih stanja svesti, u D.Raković i Đ.Koruga, eds., *Svest: naučni izazov 21. veka*, (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996), i tamošnje reference.
- [12] T.H.Budzynski, Clinical applications of non-drug-induced states, in B.B.Wolman and M.Ullman, eds., *Handbook of States of Consciousness* (Van Nostrand Reinhold, New York, 1986).
- [13] A.R.Luria, *Osnovi neuropsihologije* (Nolit, Beograd, 1976).
- [14] D.Raković, Neural networks versus brainwaves: A model for dream-like states of consciousness, *Proc. Ann. Int. Conf. IEEE/EMBS* 14 (1992), pp. 2651-2652.
- [15] In *Altered States of Consciousness*, C.Tart, ed. (Academic, New York, 1972).
- [16] R.Broughton, Human consciousness and sleep/waking rhythms, in B.B.Wolman and M.Ullman, eds., *Handbook of States of Consciousness* (Van Nostrand Reinhold, New York, 1986).
- [17] R.A.Moody, jr., *Life after Life* (Bantam, New York, 1975); M.Sobom, *Recollections of Death, A Medical Investigation* (Harper & Row, New York, 1982).
- [18] K.S.Thorne, *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy* (Picador, London, 1994), Ch. 14, and references therein.
- [19] R.Monroe, *Journeys Out of the Body* (Doubleday & Co., Garden City (NY), 1971).
- [20] K.C.Markides, *Fire in the Heart. Healers, Sages and Mystics* (Paragon House, New York, 1990).
- [21] R.G.Jahn, The persistent paradox of psychic phenomena: An engineering perspective, *Proc. IEEE* 70 (1982), pp. 136-170.
- [22] D.Raković, Neural networks versus brainwaves: Biophysical model for ELF interactions, *Proc. Ann. Int. Conf. IEEE/EMBS* 14 (1982), pp. 2750-2751.
- [23] H.L.König, ELF and VLF signal properties: Physical characteristics, in M.A.Persinger, ed., *ELF & VLF Electromagnetic Effects* (Plenum, New York, 1974).
- [24] R.Sheldrake, *A New Science of Life* (Paladin Grafton, London, 1987).
- [25] J.S.Hagelin, Is consciousness the unified field? A field theorist's perspective, *Modern Sci. & Vedic Sci.* 1 (1987), pp. 29-88, i tamošnje reference.

- [26] C.G.Jung, *Man and His Symbols* (Dell Publ. Co., New York, 1972).
- [27] K.Wilber, *The Atman Project* (Quest, Wheaton (IL), 1980), i tamošnje reference; v. takođe i P.Vujičin, Stanja svesti u ezoterijskoj praksi, u D.Raković i Đ.Koruga, eds., *Svest: naučni izazov 21. veka* (ECPD & Čigoja, Beograd, 1996), i tamošnje reference.
- [28] J.H.Schwarz, Superstrings, *Physics Today*, Nov. 1987, pp. 33-40.