

MARCO MAGRINI

CREIERUL MANUAL DE UTILIZARE

GHID SIMPLIFICAT PENTRU CEA MAI
COMPLEXĂ MAȘINĂRIE DIN LUME

Traducere din limba italiană de:

MARIUS ROMAN

Postfață de:

TOMASO POGGIO

EDITURA  HERALD
București

CUPRINS

INTRODUCERE	9
1.0 PRIVIRE DE ANSAMBLU	13
1.1 Caracteristici tehnice	18
1.2 Versiunea de sistem	19
2.0 COMPONENTE	20
2.1 Neuronul	22
2.1.1 Dendritele	25
2.1.2 Soma	26
2.1.3 Axonul	27
2.1.3 Sinapsa	29
2.2 Neurotransmițătorii	31
2.3 Celulele gliale	40
2.3.1 Microglia	43
2.3.2 Astrocitele	44
2.3.3 Oligodendrocitele	44
2.4 Alte componente	45
2.4.1 Bariera hemato-encefalică	45
2.4.2 Lichidul cefalorahidian	46
3.0 TOPOGRAFIE	48
3.1 Creierul „reptilian”	50
3.1.1 Trunchiul cerebral	51
3.1.2 Creierul mic	55
3.2 Creierul „mamifer”	56
3.2.1 Talamusuri	57
3.2.2 Amigdalele	57
3.2.3 Hipocampii	59
3.2.4 Hipotalamusul	60
3.2.5 Ganglionii bazali	61
3.2.6 Girusurile cingulate	63
3.3 Creierul „primată”	63
3.3.1 Scoarța cerebrală	65
4.0 CARACTERISTICI PRINCIPALE	74
4.1 Predicția	74
4.2 Memoria	78

4.3 Plasticitatea	83
4.4 Inteligența	86
5.0 INSTALARE	92
5.1 Înaintea pornirii	92
5.2 Pornirea	94
5.3 Cerințe energetice	98
5.3.1 Alimentație	98
5.3.2 Somn	102
5.3.3 Exercițiu fizic	106
5.4 Recomandări	109
6.0 OPERAȚIONALITATE	111
6.1 Simțurile	112
6.1.1 Mirosul	113
6.1.2 Gustul	117
6.1.3 Văzul	118
6.1.4 Auzul	123
6.1.5 Pipăitul	126
6.1.6 Timpul	128
6.2 Sentimente, emoții	131
6.2.1 Frica	132
6.2.2 Iubirea	135
6.2.3 Fericirea	139
6.3 Conștiința	144
6.3.1 Percepția de sine	146
6.3.2 Empatia	150
6.3.3 Weltanschauung	153
6.4 Dincolo de conștiință	157
6.4.1 Sistemul de recompensă	159
6.4.2 Liberul-arbitru	162
6.4.3 Personalitatea	166
7.0 PANOU DE CONTROL	171
7.1 Motivația	172
7.2 Atenția	175
7.3 Învățarea	180
7.4 Imaginația	186
7.5 Decision making	190
7.6 Controlul cognitiv	193

8.0 MODELE	197
8.1 Modelul F® și modelul M®: comparație	198
9.0 PROBLEME FRECVENTE	204
9.1 Erori de calcul	206
9.1.1 Sinestezia	207
9.1.2 Placebo și nocebo	208
9.1.3 Prejudecăți cognitive	209
9.1.4 Falsele amintiri	212
9.1.5 Obişnuințe și dependențe	213
9.1.6 Stresul cronic	217
9.1.7 Fobii și iluzii	219
9.2 Defecte de funcționare	221
9.2.1 Autismul	222
9.2.2 Depresia cronică	223
9.2.3 Tulburarea obsesiv-compulsivă	224
9.2.4 Schizofrenia	225
9.2.5 Neurodegenerarea	226
9.3 Demitizări	227
10.0 END-OF-LIFE (EOL)	232
10.1 Faza de abordare	233
10.2 Lifelong learning	237
10.3 La sfârșit	240
11.0 EXTENSII	241
11.1 Extinderea memoriei	242
11.2 Strategii pentru creier	246
11.3 Molecule pentru creier	251
12.0 VERSIUNI VIITOARE	255
12.1 Neurotehnologii	256
12.2 CMG (Creier Modificat Genetic)	260
12.3 Inteligența artificială	264
APENDICE	270
POSTFAȚĂ	274
BIBLIOGRAFIE RECOMANDATĂ	276
MULȚUMIRI	278
INDEX	280

INTRODUCERE

Felicitări pentru achiziția acestui produs exclusiv, croit pe măsura dumneavoastră. Citiți cu atenție acest manual și țineți-l la îndemână, pentru orice eventualitate.

Creierul vă pune la dispoziție un serviciu extraordinar și unic. Un sistem senzorial pentru perceperea mediului înconjurător, un sistem nervos pentru controlarea aparatului motor, o conștiință integrată pentru a judeca și a decide, toate acestea împreună vă vor asigura ani și ani de existență continuă.

Așa cum spunea celebrul inventator Thomas Alva Edison, „rostul primordial al trupului e să poarte cu sine creierul”. Un fel original de a spune că *noi suntem* creierul.

Milioane de manuale împânzesc lumea întreagă. Pe site-ul www.manualsonline.com există peste 700 000, câte unul pentru fiecare mașinărie posibilă: de la friteuză la mașina de tuns iarba, de la periuța de dinți electrică la ușa garajului. Și totuși, în acest microcosmos de informații mărunte, nicăieri nu e pomenită cea mai importantă mașinărie din dotare.

Creierul este o mașinărie. Cel puțin în sensul că efectuează o serie complexă de calcule simultane pentru a decoda în timp real informațiile ce-i parvin de la numeroasele „periferice” senzoriale conectate, dintre care cea mai complexă e văzul. Răspunsul creierului poate fi comparat cu un algoritm, ca și cum mintea ar fi un software ce „rulează” pe hardware-ul encefalului.

Dar creierul nu este o mașinărie în sens literal. Nu e nici software, nici hardware. Cineva l-a numit *wetware*, unde „wet”, ud, subliniază natura biologică a mașinăriei cerebrale.

Este fructul cel mai uimitor și mai misterios al Evoluției.

Uimitor, pentru că nu există nimic în întregul univers care să-l egaleze în complexitate. Și totuși e alcătuit din aceiași atomi ai Tabloului periodic din care sunt alcătuite stelele, atomi aranjați cu migală astfel încât să producă gândul, cuvântul și acțiunea. Și deci atâtea alte lucruri: de la istorie la filosofie, de la muzică la știință.

Misterios, pentru că tocmai știința, ea însăși creație a creierului, știe că nu știe încă îndeajuns despre el. Adică aproape nimic.

Nu doar că nu se știe prea bine cum funcționează creierul, dar nici măcar nu s-a ajuns la un consens legat de natura sa. Ce să mai vorbim de conștiință, caracteristica lui cea mai uimitoare, proprietatea cerebrală ce a generat secole de neînțelegeri și dezbateri furibunde, și nu doar printre filosofi și teologi. De exemplu, nu există un consens unanim nici asupra pierderii frecvente a conștiinței numite somn: pot fi numărate peste douăzeci de teorii alternative ce încearcă să explice de ce encefalul are nevoie să doarmă (continuând să lucreze). Dacă suntem aici, nu există consens nici în ceea ce privește natura disfuncționalităților somnului și unele consecințe neplăcute, precum depresia. Și, desigur, ghiciți, nu există o abordare sau o idee comună despre depresie. Și putem continua așa la infinit. Cu toate acestea, știm foarte multe.

Primii filosofi se întrebau dacă mintea își are sediul în creier sau în inimă, unii reprezentanți de marcă, precum Aristotel, înclinând spre a doua variantă. Astăzi știm că creierul este centrul de control al sistemului nervos la toate vertebratele și la numeroase nevertebrate. Cunoaștem sta-

diile prin care a evoluat. Știm din ce e compus. Știm că în fiecare celulă are înscris codul genetic și știm să-l citim și pe acesta. Avem tehnologii noi, precum IRMf (rezonanță magnetică funcțională) sau MEG (magnetoencefalografia), care ne permit să observăm activitățile cognitive în timp real. Avansăm rapid în înțelegerea retrospectivă a întregului sistem.

Manualul unui frigider e redactat de constructorul frigiderului. Cât despre creier, rodul unei evoluții de milioane de ani, doar indiciile puse cap la cap de generații de creieri umani vor putea, în cele din urmă, să rezolve misterul. Inteligența încearcă să se înțeleagă pe sine însăși, ca și cum aceasta ar fi inevitabila evoluție a Evoluției.

Un manual cu tot ceea ce știm despre creier, sau ceea ce credem că știm, ar avea dimensiuni monumentale și ar putea fi consultat doar de către un neurocercetător. Manualul de față, în schimb, se adresează utilizatorului obișnuit al unui creier uman. E o colecție de simplificări despre cel mai complex lucru care există, dar – sperăm – de oarece folos în uzul cerebral cotidian.

„Dacă un creier uman ar fi foarte simplu de înțeles, am fi atât de simpli încât nu am reuși să-l înțelegem”, spune un citat celebru, atât de celebru încât e atribuit mai multor autori¹.

În cele din urmă, suntem convinși, specia umană va reuși. E doar o chestiune de timp. Nu mâine, ci peste 20, 100 sau 200 de ani, creierii aparținând *Homines sapientes* vor reuși să înțeleagă creierul. Dar vor fi avut nevoie, de la apariția lor evolutivă, de câteva sute de secole.

Acest manual, ca al oricărui alt produs, nu privește nici spre trecutul îndepărtat al ignoranței noastre, nici spre viitorul

¹ Citatul îi este atribuit lui Emerson Pugh de către fiul său George, în cartea sa *The biological origin of human values*. I-a fost atribuit însă și lui Larry Chang, în cartea *Wisdom for the soul*, precum și matematicianului Ian Stewart.

îndepărat al unei cunoașteri azi inscrutabile. El prezintă ceea ce se poate face efectiv cu un creier uman în prezent: adică mult, cu mult mai mult decât se crede.

Atât progresul tehnologiei, cât și extraordinarele rezultate ale descoperirilor neuroștiințifice din ultimii douăzeci de ani confirmă cu fiecare zi ce trece intuiția lui Santiago Ramón y Cajal, unul din părinții neuroștiinței: „Orice ființă umană, dacă vrea – a scris în îndepărtatul 1897 – își poate sculpta propriul creier”.

E bine ca encefalul dumneavoastră, ca al oricărui alt utilizator, să știe cum anume și de ce.



1.0 PRIVIRE DE ANSAMBLU

În fiecare clipă, inclusiv *cea de față*, sistemul nervos central este laboratorul a milioane de reacții chimice, de care dumneavoastră nici măcar nu vă dați seama. Ele sunt limbajul pe care îl folosește creierul pentru a primi, a elabora și a transmite informații.

Vreme îndelungată, creierul a fost conceput ca o mașinărie. Dat fiind că orice idee este expresia timpului său, René Descartes îl comparase cu o pompă hidraulică, Sigmund Freud cu un motor cu aburi, Alan Turing cu un computer. Cum lesne puteți vedea, Turing a fost cel mai aproape: deși creierul nu este propriu-zis un computer, analogia dintre cei doi nu poate fi negată.

În primul rând, ambii transmit informații prin intermediul mesajelor electrice. E drept că în cazul computerului mesajele sunt digitale (exprimate în matematica binară a lui zero și unu), iar în cazul creierului ele sunt analogice (exprimate printr-un arc variabil de milivolți). Dar problema e mai complexă, căci atunci când suma mesajelor analogice depășește un anumit nivel, neuronul „descarcă” și transmite un impuls electric neuronilor vecini. În schimb, dacă respectivul nivel nu e depășit, nu se întâmplă nimic; e și acesta un mesaj binar: da sau nu, deschis sau închis. [► sinapse, 29]¹

Apoi, ambii calculează. Însă, în timp ce computerul are o structură serială, altfel spus calculează urmând o secvență

¹ Fiind un manual de utilizare, editorul italian a ales să adauge în text aceste trimiteri care să scurteze drumul până la informația necesară mai bune înțelegeri. Alături de numele subcapitolului regăsiți în aceste paranteze și numărul paginii. (N. red.)

prestabilită, creierul operează în mod paralel, efectuând simultan o cantitate uriașă de calcule. [► simțuri, 112] Dar microprocesoarele destinate aplicațiilor grafice (numite GPU¹) încep deja să adopte tehnologia calculului paralel.

Ambii au nevoie de energie: computerul sub forma electro-
nilor, creierul sub formă de oxigen și glucoză. [► alimentație, 98]

Ambii au o memorie extensibilă: primului pur și simplu i se adaugă ori i se substituie bănci de memorie din siliciu, al doilea trebuie doar să-și multiplice legăturile sinaptice prin intermediul învățării, exercițiului fizic și repetării. [► memorie, 78]

Ambii au evoluat în timp: computerul într-un ritm exponențial, dublându-și la fiecare doi ani capacitatea de calcul, pe când creierul unui *Homo Sapiens* – născut din creierul rudimentar al primitivelor nevertebrate – în decursul a 500 de milioane de ani, din care ultimii 50 000 nu au văzut cine știe ce schimbare. De fapt, avem de-a face cu modelul de bază pe care dumneavoastră, stimate utilizator, îl aveți în dotare. [► topografie, 48]

Vreme de secole și milenii s-a crezut că creierul ome-nesc – cu excepția copilăriei, când învățăm să vorbim și să mergem – este în esență static și neschimbător. Că o leziune fizică a creierului e imposibil de vindecat, fie și parțial. Că un copil rămas în urmă cu învățarea are să se confrunte cu limite cognitive de nedepășit, alimentând astfel decenii și decenii de inegalități sociale. Se credea că proastele obiceiuri și dependențele sunt poveri de purtat întreaga viață ori că o persoană de optzeci de ani nu poate avea memoria uneia de cincizeci.

Începând abia cu anii șaptezeci ai secolului XX am descoperit că lucrurile stau exact invers: creierul e în continuă transformare. Mai mult chiar, transformarea este fundamentul

¹ Engl., Graphics Processing Unit, unitate de procesare grafică, este un circuit electronic specializat, conceput pentru a manevra și a modifica rapid memoria, cu scopul de a accelera crearea de imagini. (N. tr.)

mecanismelor sale. Efectele acestei caracteristici, numită și plasticitate cerebrală [► plasticitate, 83], depășesc orice limită a imaginației. Creierul este un computer puternic, asincron și paralel, care, în plus, e capabil să-și readapteze singur hardware-ul.

Hardware-ul cerebral, compus din atomi și molecule dispuse în mod ingenios, concentrează aproximativ 86 de miliarde de neuroni într-un encefal cântărind un kilogram și jumătate. Cum fiecare neuron poate să descarce și să inunde cu semnale mii de neuroni adiacenți chiar și de 200 de ori pe secundă, s-a estimat că un creier poate efectua până la 38 de milioane de miliarde de operațiuni pe secundă. Binecunoscuta poveste cum că ființele umane își folosesc doar 10% din creier e pură fantasmagorie. [► demitizări, 227] Dar partea interesantă e că reușește să facă toate acestea consumând sub 13 wați. Nici un super-computer din lume nu poate încă învinge capacitatea de calcul a unui creier uman (sunt „calculare” și văzul, auzul sau imaginația), cu atât mai puțin extraordinara sa eficiență energetică. Și acesta e doar începutul.

Aproape toate celulele corpului uman se nasc și mor, fără încetare. Toate, cu excepția celulelor neuronale, singurele care vă însoțesc pe drumul vieții, din prima și până în ultima zi. [► end-of-life, 232] La urma urmei, ele produc ceea ce sunteți: personalitatea, capacitățile și talentul, erudiția și vocabularul, înclinațiile și gusturile, chiar și amintirile, toate sunt într-un fel înscrise în personala arhitectură neuronală. [► personalitate, 166] Atât de personală, încât nu există nicăieri în lume un creier identic cu al dumneavoastră, nici măcar dacă ați avea un geamăn sau o geamănă.

Ei bine, mașinăria pomenită poate chiar să corecteze, în anumite limite, defectele propriului hardware. Când o arie cerebrală este accidental lezată, creierul e deseori capabil

să se reprogrameze, să mute în altă parte conexiunile lipsă și, în esență, să se repare singur. [►văz, 118] Iar dacă acest fapt se întâmplă uneori la scară mare (ca în cazul pierderii vederii, când ariile cerebrale neutilizate trec în serviciul altor simțuri), se întâmplă continuu la scară mică, deoarece, odată cu îmbătrânirea, mulți neuroni mor și nu se mai întorc înapoi. Dar cei rămași în viață știu cum să se reorganizeze, astfel încât să nu existe consecințe fatale la vârste înaintate. [►strategii pentru creier, 246] Nu încercați să explicați asta unui procesor din siliciu, unde chiar și un simplu tranzistor defectuos poate opri întregul dispozitiv.

Dar când vorbim de reorganizarea sinapselor, a celor aproximativ 150 000 de milioane de conexiuni între neuroni, creierul nu are nevoie să cheme depanarea. O face singur, în mod spontan.

Influența unui neuron asupra fiecăruia din sutele de neuroni conectați poate fi foarte puternică, foarte slabă sau medie, în funcție de soliditatea și forța fiecărei sinapse. Există chiar un fel de regulă, enunțată de omul de știință canadian Donald Hebb în 1949: „*Neurons that fire together, wire together*”. Neuronii care se activează împreună se cuplează și își întăresc legătura reciprocă. Acesta e felul în care creierul se reorganizează continuu: creând noi sinapse, întărindu-le pe cele vechi și eliminându-le pe cele nefolositoare. [►pornire, 94] Multe funcții cerebrale, începând cu învățarea, depind de această constantă reajustare a conexiunilor sinaptice și de forța, soliditatea lor. Pe scurt, contrar a ceea ce s-a crezut secole de-a rândul, creierul e orice numai static și neschimbător nu:

- În unele cazuri se poate auto-repara;
- Un copil „rămas în urmă cu școala” poate învăța să învețe. Trebuie doar să i se arate cum se face și să fie încurajat, nu terorizat; [►învățare, 180]

- Orice obicei prost, oricât de neplăcut ori mărunț, poate fi abandonat. O dependență gravă, cum e cea de jocurile de noroc, poate fi controlată și învinsă; [► obișnuințe și dependențe, 213]
- O bătrână își poate păstra memoria de adult tânăr dacă nu încetează să învețe și să-și solicite creierul; [► lifelong learning, 237]
- Invers, chiar și o situație de stres prelungit, dacă nu chiar un sindrom de stres post-traumatic, produce schimbări nedorite și pe termen lung la nivelul conexiunilor cerebrale. [► stres cronic, 217] Atenție: în unele cazuri, funcționarea imperfectă a mașinăriei cerebrale poate presupune boli sau alte răspunsuri nedorite ce sunt în afara scopului pur informativ al acestui manual [► note legale, 272]; ele necesită consiliere și tratamente din partea specialiștilor specializați. [► defecte de funcționare, 221]

Utilizatorul unui creier funcțional poate descoperi că, aproape întotdeauna printr-o voință (printr-un act de voință), e capabil să-și modifice, să-și ajusteze, să-și sintonizeze cel puțin parțial propria configurație sinaptică [► panou de control, 171], ceea ce, s-o spunem fără ocolișuri, înseamnă propria viață.

Până în ziua în care vom întâlni un extraterestru dotat cu o inteligență superioară, creierul lui *Homo sapiens* rămâne lucrul cel mai complex, mai uimitor și mai fantastic din univers. Complexitatea este cea care îi face pe neuroni să producă gândirea, inteligența și memoria, toate croite pe măsura fiecărui utilizator. E uimitor că o asemenea mașinărie biologică încă depășește cu mult, prin capacitate de calcul și eficiență, toate mașinăriile din lume. E fantastic să-l putem explora.

1.1 CARACTERISTICI TEHNICE

Greutate (medie)	1350	grame
Greutate în raport cu greutatea corporală totală	2	la sută
Volum (mediu)	1700	mililitri
Lungime (medie)	167	milimetri
Lărgime (medie)	140	milimetri
Înălțime (medie)	93	milimetri
Număr mediu de neuroni	86	miliarde
Diametrul neuronilor	4-100	microni
Potențialul electric în repaus al neuronilor	-70	milivoltji
Pompe de sodiu pe neuron	1	milion
Număr de sinapse	>150 000	miliarde
Raportul materie cenușie/materie albă în cortex	1:1,3	
Raportul neuroni/celule gliale	1:1	
Număr de neuroni în cortexul cerebral (femei)	19,3	miliarde
Număr de neuroni în cortexul cerebral (bărbați)	22,8	miliarde
Pierderi de neuroni în cortex	85 000	pe zi
Lungimea totală a fibrelor mielinizate	150 000	kilometri
Suprafața totală a cortexului cerebral	2500	centimetri pătrați
Număr de sinapse ale scoarței cerebrale	60 000	miliarde
Straturi ale cortexului	6	
Grosimea scoarței cerebrale	1,5-4,5	milimetri
Volumul lichidului cefalorahidian	120-160	mililitri
pH-ul lichidului cefalorahidian	7,33	
Numărul de nervi cranieni	12	
Flux sanguin	750	mililitri/sec.
Consum de oxigen	3,3	mililitri/min.
Consum energetic	>12,6	wați
Viteza maximă a impulsurilor electrice	720	kilometri/oră
Temperatura de operare	36-38	grade Celsius

1.2 VERSIUNEA DE SISTEM

Acest creier este versiunea 4.3.7 (G – 3125)¹ a unui sistem nervos care a trecut prin perfecționări genetice minuțioase de-a lungul sutelor de milioane de ani de evoluție, menit a vă asigura trăirea deplină a vieții umane pe această planetă.

Pentru indicații privind upgrade-urile (actualmente nedisponibile), consultați Versiuni viitoare. [►versiuni viitoare, 255]

¹ Versiunea numărul 4.3.7 (G-3125) e compusă astfel:

4 = nevertebrate/vertebrate/mamifere/primat

3 = hominizi/australopiteci/Homo

7 = *Homo habilis*/*Homo ergaster*/*Homo erectus*/*Homo antecessor*/*Homo heidelbergensis*/*Homo sapiens*/*Homo sapiens sapiens*

G – 3125 = numărul (estimat) de generații de la apariția creierului omului modern (*Homo sapiens sapiens*) la cea a creierului dumneavoastră.