

Mr. Hadžikadunić Edin, Pedagoški zavod Zenica

VJEČNO PITANJE, MOGU LI RAČUNARI MISLITI, BITI NASTAVNICI?

Abstrakt

U radu se prezentiraju teoretska razmatranja strukture i karakteristika konvencionalnih računara zasnovanih na von Neumann-ovoj strukturi i razmatranja o dostignućima istraživanja o ljudskom mozgu kao do sada najmoćnijem procesoru informacija. Iz ovih razmatranja i poređenja računarskih resursa i funkcija i ljudskih resursa i funkcija proizilaze zaključci o mogućnosti da vještačka inteligencija dostigne prirodnu inteligenciju. Ljudski resursi su daleko dominantniji i sadašnja tehnologija ne može ostvariti ni približan rezultat. Posebno ako se ne promatra samo ljudski mozak kao kompjuter, nego čitavo ljudsko tijelo koje je isprepleteno nervima i osjetilima što "ljudski kompjuter" čini nenadmašnim...

Ključne riječi: Kompjuter, mozak, memorija, bistabil, neuron, vještačka inteligencija, prirodna inteligencija

U savremenom vijeku "mislećih škola" (Thinking Schools), "nacije koja uči" (Learning Nation) i "civilizacije koja uči" (Learning Civilization), u kome su interpersonalni odnosi vrlo bitni, čovjek dobiva respektabilnog protivnika (takmaca), koji ga "pokušava" istisnuti iz svih područja djelatnosti u kojima postoje brojne repetitivne radnje i zamorni poslovi. "Njegovo visočanstvo", kako mnogi nazivaju računar, je nastao kao vjerna kopija čovjeka. Mnogi smatraju da računar čovjeku postaje čak i takmac u misaonim procesima. Takav računar "pokušava" da nadjača i ponizi "računar u našim glavama". Bill Gates, Microsoftov čelnik, je sarkastično primijetio na izložbi elektronske opreme široke potrošnje (Consumer Electronics Show, CES) koja se održala u Las Vegasu 2002. godine: "Kad sam

prije 27 godina osnovao Microsoft, ni na kraj pameti mi nije bilo da ću osmisлити mašinu/stroj kojom ću sam sebe poniziti". *Ovo je prejako izrečeno i to u sasvim drugom kontekstu, ali može poslužiti kao lajt motiv u našim razmišljanjima o stvarnoj misaonoj snazi kompjutera. Snazi koju možemo samo sagledati ako kompariramo inteligentne objekte i postavimo pitanje koji je najmoćniji računar koji postoji. Da li je to sadašnji binarni računar zasnovan na von Neumann-ovoj strukturi, ljudski mozak, molekularni računari, bioračunari ili kosmos.*

Da bi se izvršilo bilo kakvo poređenje čovjeka, kao procesora informacija, i računara, kao procesora informacija, moraju se izvršiti poređenja procesionih resursa i procesa posmatranih objekata. Kako je teško izvršiti egzaktnije poređenje na globalnom nivou, to se procesi trebaju dekomponirati na potprocese, te ih tako i porediti, a resurse takođe treba porediti sa stanovišta elementarnih memorijskih i procesionih elemenata. Ovaj rad pokušava dati barem neke relevantnije informacije kako bi se barem malo rasvijetlila moć računara i demistificirala njegova uloga u informatičkom društvu.

Dakle, potrebno je izvršiti poređenje jedne nervne ćelije i bistabila, poređenje kompletnog ljudskog mozga i memorije računara, kao i čitavog nervnog sistema, s jedne strane, i računarskog sistema s druge strane.

Polazimo od računara, jer on kao stub savremene informacione tehnologije fascinira milijarde ljudi naše planete. Današnji konvencionalni računari, a među njima PC je najzastupljeniji i najpopularniji, zasnovani su na von Neumann-ovoj strukturi, te predstavljaju sekvencijalne simbol manipulatore, sekvencijalne paradigme. Oni baziraju svoj rad na logičkoj osnovi, binarnom sistemu, diskretnim stanjima i sekvencijalnom procesiranju. Glavna karakteristika ove strukture je da su podaci i instrukcije zapisani na isti način i na istim medijima. Znači da je elementarni podatak bit, da može imati dva stanja i on je sadržan u elementarnoj memorijskoj ćeliji. Kapacitet eksterne memorije (diska) jednog savremenijeg PC-a je 80 GB, dok je 1 TB moguć kapacitet u toj klasi PC-a. Da bi ovakav računar bio u potpunosti funkcionalan, mora biti savršeno projektiran i testiran, kako njegov hardver, tako i softver. Memoriji i računarskim resursima se pristupa uz pomoć adrese, a čitavo programiranje je zasnovano na algoritmima i pravilima koji moraju biti konačni, diskretni,

definisani, determinisani, masivni i efikasni. Dakle, logički i fizički aspekt podataka i programa mora biti transparentan, jer se računar vrlo teško, bolje reći nikako, ne snalazi u nepredviđenim situacijama. Dakle, u računarskom sistemu podaci su podvrgnuti transformacijama, što u modularnoj računarskoj strukturi znači da se pojavljuju kao ulazne veličine elektroničkih sklopova i odgovarajući (programirani, određeni) izlazi tih sklopova. To je karakteristika i kombinacionih i sekvencijalnih (memorijskih) sklopova. Dakle, računarski sklopovi mogu imati za podatke konačan skup ulaznih stanja, a takođe i konačan skup izlaznih stanja nakon transformacija. To je ograničenje sadašnje tehnologije koja posjeduje vještačku inteligenciju, jer računarske memorije mogu da pamte prošla stanja, a procesorski sklopovi donositi odluke. Kao poređenje ovoj inteligenciji stoji čovjek koji u jednom prirodnom jeziku ima konačan skup elementarnih jedinica (glasova, odnosno slova abecede), ali ne i konačan skup riječi (živi jezik stalno obogaćuje rječnik jednog jezika). Ali broj iskaza, odnosno rečenica, je beskonačan, čak iako pretpostavimo da prirodni jezik ima konačan broj riječi (što nije slučaj).

Dakle, koliko god imali kapacitete sadašnjih računarskih sistema, i koliko ih god nadograđivali oni će imati konačan skup podataka, odnosno stanja njima predstavljenim. Zbog beskonačnosti iskaza prirodnog jezika, nemoguće je taj jezik formalizirati, odnosno predstaviti u sadašnjim računarima. Ljudski um je teško svoditi na diskretne fenomene. Dalje se postavlja pitanje da li se svo ljudsko znanje može da formalizira, da li se može riječima iskazati, i na koncu da li se može predstaviti u računarima.

Elementarna jedinica savremene informacione tehnologije je bit za koga se rezerviše jedan elementarni memorijski element. Bit kao osnovna memorijska jedinica može da ima dva moguća stanja. Ona mogu biti predstavljena pozitivnom logikom sa stanjima logičke "0" ili logičke "1", ili ima ili nema struje, odnosno postoji ili ne postoji napon u sklopu. Dakle, funkcija koju mašina proizvodi u svakoj fazi je "sve ili ništa", i postavlja se pitanje da li je dovoljno za ovakav objekat, čija vještačka inteligencija teži prirodnoj, da svaki njegov elementarni odgovor glasi "da" ili "ne".

Nasuprot konvencionalnog računara stoji ljudski mozak sa elementarnom memorijskom ćelijom, neuronom. Ulaze u neron

predstavljaju dendriti. Prirodni neuroni imaju i po nekoliko stotina ulaza. Kontakt neurona i dendrita naziva se sinapsa. Sinapsa je karakterizirana efikasnošću koja se naziva sinaptička težina. Izlaz neurona se formira kada se signali na dendritima pomnože sa odgovarajućim sinaptičkim težinama (W). Ovi proizvodi se sabiru i uvećaju za veličinu praga (prag draži), i na njima se primjenjuje prijenosna funkcija neurona. Izlaz iz neurona se zove akson koji se dalje grana u dendrite drugih neurona. Ovakva struktura neuralne mreže omogućava nerekurzivnu i rekurzivnu obradu podataka, to jest informacije se mogu kretati o nižih prema višim slojevima i vraćeni na niže slojeve.

Ukoliko do kraja pojednostavimo funkciju neurona i predstavimo ga kao da je elektronički diskretni element, tada on može imati 10^{28} mogućih načina povezivanja sa drugim neuronima. Ako zanemarimo sinaptičke težine, odnosno ako su one konstantne, tada se postavlja pitanje koliko osnovnih memorijskih jedinica PC-a može postići kapacitet samo jednog neurona. Odgovor dobivamo kada izračunamo X iz jednakosti $2^X = 10^{28}$ (10^{28} je broj mogućih stanja neurona, odnosno mogućih povezivanja). Logaritmiramo li obje strane dualnim logaritmom, dobivamo:

$$\log_2 2^X = \log_2 10^{28}$$

$$X * \log_2 2 = 28 * \log_2 10 \text{ (obzirom da je } \log_2 2 = 1 \text{ slijedi:)}$$

$$X = 28 * 2,32193 = 93,014$$

Dakle, kapacitet jednog neurona čija je funkcija krajnje pojednostavljena je ekvivalentan kapacitetu memorije sastavljene od 93 bistabila, što predstavlja nešto više od 11,5 byte.

Uzmemo li da je ljudski mozak sačinjen od preko 10 milijardi individualnih komponenti (nervnih ćelija), odnosno neurona prema Mac Lean-u. Mogući broj stanja neurona iskazan je mogućem broju povezivanja, a on je jednak broju 10^{28} . Ovako veliki broj povezivanja nameće potrebu poređenja memorijskih jedinica PC-a i ljudskog mozga. Taj odnos je 2 prema 10^{28} . Dakle, jedna memorijska ćelija digitalnih računara može imati 2 stanja, a nervna ćelija (pojednostavljena do kraja) može imati 10^{28} stanja.

Ako uzmemo veće kapacitete i poredimo sa neuronom dolazimo do fascinantnih rezultata. Pretpostavimo da je malo savremeniji računar opremljen diskom sa 80 GB memorije. 80 GB

diska ekvivalentno je $80 * 2^{30} * 8 = 640 * 2^{30} = 6,87 * 10^{11}$ osnovnih memorijskih jedinica (bita). Obzirom da je ljudski mozak (prema Mc Leanu) sačinjen od $10^{10} - 10^{12}$ individualnih komponenti (nervnih ćelija-neurona), to znači da su savremeni računari dosegli broj fizičkih osnovnih memorijskih komponenti istog reda veličine. Iako je konvencionalni računar ovim brojem osnovnih memorijskih jedinica dostigao ljudski mozak, ljudski mozak ("kompjuter"), je još u velikoj prednosti jer i uproštenom predstavom neurona možemo predstaviti 10^{28} puta više stanja od bistabila, osnovne kompjuterske memorijske jedinice. Uzmemo li da ljudski mozak i njegova individualna komponenta nije diskretna, nego kontinuirana, i da su transformacije u neuronima daleko složenije, od računarskih transformacija, tada konvencionalni računari nemaju ni približne šanse da dostignu prirodnu inteligenciju.

Ako analiziramo same inteligencije, tada je konvencionalni računar u potpunoj podređenosti prema mozgu. Ako promatramo dva osnovna atributa inteligencije učenje i razumijevanje podređenost je još i veća, jer inteligencija je puno više od otvorene kolekcije atributa kao jednostrukih entiteta. Neki od njih su identificirani kao učenje, rezonovanje, razumijevanje, jezičke kompetencije, ponašanje s predumišljajem i efektivna interakcija sa okolinom.

Dakle, da bi računarski resursi i funkcije mogli približno dostići ljudske resurse i funkcije, koje doduše nisu ni ispitane do kraja, potrebno je postići ogroman napredak u računarskoj tehnologiji. Prije svega potrebno je osnovnu memorijsku jedinicu računara učiniti daleko moćnijom sa stanovišta kapaciteta. Drugo, veze između osnovnih memorijskih jedinica moraju biti multiplicirane po uzoru na mozak, a ne ostvarivati samo preko sabirnice koje su u pravilu usko grlo. Ako imamo multiprocesorske sisteme, veze moraju biti daleko "prirodnije". Treće, transformacije u osnovnim memorijskim jedinicama računara moraju biti daleko složenije, ali i brže, po mogućnosti kontinuirane.

Kakva tehnologija može poboljšati vještačku inteligenciju. Atomski, odnosno molekularni računari mogu samo povećati kapacitet osnovnih memorijskih elemenata, u ovom slučaju atoma ili molekula. Veze čak mogu biti i bolje nego kod sadašnjih konvencionalnih računara, ali transformacije ostaju podržane

samo materijom. Umjesto tranzistora kao aktivnog elementa, ovdje se javlja atom ili molekula kao osnovni elemenat. Jedina tehnologija koja može pomoći u ovom približavanju inteligencija je "neuro tehnologija". U tom slučaju računar ima mogućnost da se približi čovjeku po sposobnostima. Ali ovdje ostaje pitanje kako ostvariti neuron, kako ga funkcionalno podržati, kako ostvariti transformacije ljudskog mozga i nada sve kako spoznati prirodu ljudskog mozga i kopirati je. To je pitanje koje će ostati dugo otvoreno, ali možda i vječno otvoreno.

Mnogi naučnici su u svom domenu komentarisali ovaj problemi i neki od njih su iznijeli svoje mišljenje.

Čuveni slikar, Pablo Picaso je prije nekoliko decenija rekao: "Kompjuteri su beskorisni, jer samo znaju davati odgovore!".

Naom Čomski je slično razmišljao kao Picaso i ustvrdio: "Neka smo uspješno formalizirali prirodni jezik, neka smo ga uspješno predstavili u mašini, ali kako će mašina u jednom dijalogu razumjeti ćutanje koje je tako bogato informacijama i emocijama"

Engleski matematičar Alan Turing, posebno zaslužan za razvoj informacionih tehnologija, zamislio je jedan zanimljiv eksperiment. Dva čovjeka sjede u odvojenim prostorijama i komuniciraju pomoću povezanih kompjutera, ukucavajući poruke preko tastature. Isključen je bilo kakav drugi kontakt te dvije osobe, bilo glasom, vizuelno i slično. (Računari u to vrijeme su bili dosta primitivni, kao i njihovi operativni sistemi i pomenuta komunikacija nije bila grafički orijentirana, ali taj eksperiment je i sa sadašnjom računarskom tehnologijom jako zanimljiv). Ako nakon nekoliko sati komuniciranja jedan od "sagovornika" ne može biti siguran da li komunicira sa živim, prirodno inteligentnim, bićem ili računarom izgrađenim na principima umjetne inteligencije, tada se računar, odnosno njegov softver, može smatrati prirodno inteligentno, razumno biće.

Veliki kritičar ovog zamišljenog eksperimenta je bio Arthur Clarke, poznati promotor nauke i fantastike. On je stvar obrnuo i ustvrdio da svaki "sagovornik" iz eksperimenta, koji ne bi otkrio razliku između čovjeka i mašine, samo bi pokazao da je gluplji od mašine/stroja.

Da li se stvarni svijet može zamijeniti virtuelnim? U tom pravcu najbolju sliku o računarskoj tehnologiji i nastavniku daje

nepoznati autor: “Nastavnik kog može zamijeniti kompjuter i treba biti zamijenjen”.

Literatura

1. Ferišak, Srića, Kliment, Panian, Škoro: *Informatika, Osnove informatike*, (VII izdanje), Ekonomska biblioteka birotehnika, Zagreb, 1987.
2. Fischler, Martin, Firschein Oscar: *Intelligence, The Eye, the Brain, and the Computer*, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, USA, 1987.
3. Mandić Petar, Mandić Danimir: *Obrazovna informacijska tehnologija, Inovacije za 21. vek*, (II izdanje), Učiteljski fakultet, Beograd, 1997,
4. Mandić, Petar, Radovanović Ivica, Mandić Danimir: *Uvod u opštu i informatičku pedagogiju*, (II izdanje), Učiteljski fakultet, Beograd, 2000.
5. Mužić, Vladimir, Rodek, Stjepan: *Kompjuter u preobražaju škole*, Školska knjiga, Zagreb, 1987.
6. Mužić, Vladimir: *Kompjuter u suvremenoj nastavi*, Školska knjiga, Zagreb, 1973.
7. Panian, Željko: *Metodika programiranja, Informatika, Programski jezici*, Ekonomska biblioteka “Birotehnika”, Zagreb, 1987.
8. Sotirović, Velimir: *Metodika informatike*, Tehnički fakultet 'Mihajlo Pupin', Zrenjanin, 2000.
9. Waterman, Donald: *A Guide to Expert Systems*, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, USA, 1986.

ETERNAL QUESTION, ARE COMPUTERS ABLE TO THINK, BE TEACHERS?

Summary

Theoretical anticipations of structure and characteristics conventional computers are considered in this paper. The author considers the computers designed over von Neumann structure. The success researches on human brain are also important segment of the paper because human brain has been treated as powerful information-processor. The logical conclusion after comparing of computer resources and human ones is that artificial intelligence can reach human intelligence. Human resources are much more dominant and current technologies cannot accomplish the results as good as the human intelligence can. Special if you observe human brain not as a computer than the whole human body which is interlaced by the nerves senses which makes the human computer inaccessible.

Key words: Computer, Brain, Memory, Bistabil, Neuron, Artificial Intelligence, Human Intelligence