

OSNOVI VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA I ZNAČAJ NJIHOVE PRIMENE

Miloš Petrović¹

UDK:

Režime. Veštačke neuronske mreže se poslednjih godina uspešno primenjuju u mnogim oblastima. Prednosti koje nude veštačke neuronske mreže učinile su da one postanu nezaobilazne u rešavanju sve složenijih problema koji se javljaju u savremenom svetu. Veštačke neuronske mreže predstavljaju jednu od najpopularnijih tehnika veštačke inteligencije. Za uspešnu primenu veštačkih neuronskih mreža potrebno je prikupiti što više podataka. Veštačke neuronske mreže su mreže vođene podacima tako da kvalitet modela zavisi i od količine podataka tj. pogodne su za fuziju podataka. Kako, neuronske veštačke mreže imaju značajnu primenu u savremenoj nauci, njihova primena je širokog spektra.

Ključne reči: veštačke neuronske mreže, model, primena, delovi, slojevi mreže, postupak učenja.

1. UVOD

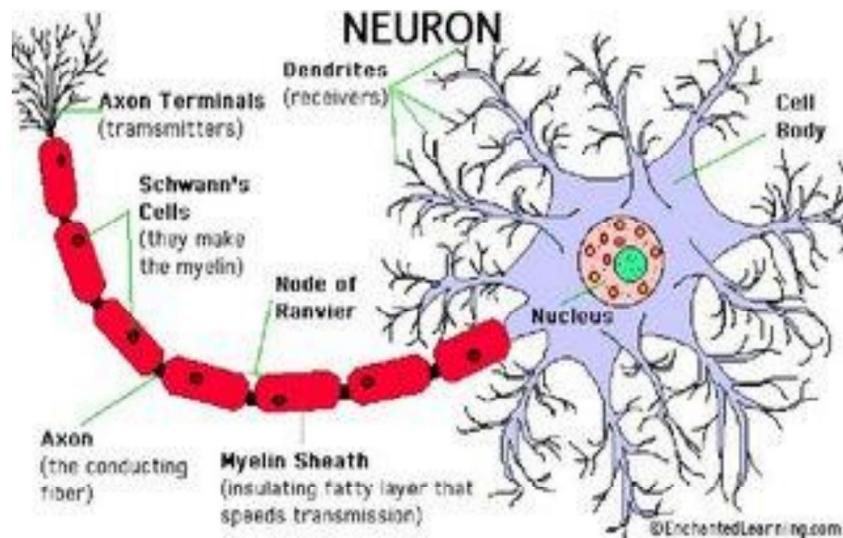
Jedan od nepresušnih izvora inspiracije za široki spektar naučnika u ljudskoj istoriji je formalizacija ljudskog razmišljanja i zaključivanja. Još od starogrčkih silogizama, preko svih matematičkih teorija verovatnoće i logike do današnjih modela veštačkih neuronskih mreža (VNM) želja se svodila na razumevanje razmišljanja i dizajniranje samostalnih intelligentnih „agenata“ koji su sposobni razumeti svet oko sebe i maksimizovati verovatnoću svog uspeha. Da bi se jedan „agent“ uspešno snašao u svom „svetu“ potrebno mu je da ima veliki dijapazon osobina i mogućnosti, kao što su: zaključivanje, pamćenje, učenje, planiranje, komuniciranje, neki vid percepcije okoline i slično.

Veštačke neuronske mreže se poslednjih godina uspešno primenjuju u mnogim oblastima. Prednosti koje nude veštačke neuronske mreže učinile su da one postanu nezaobilazni alat u rešavanju sve složenijih problema koji se javljaju u savremenom svetu. Veštačke neuronske mreže predstavljaju jednu od najpopularnijih tehnika veštačke inteligencije.

Okruženje u kojem danas organizacije posluju se rapidno menja namećući svim organizacijama koje u 21. veku žele ostvariti strategijsku prednost, zahtev za fleksibilnošću, sposobnošću da odgovore na promene okruženja i da proaktivno tragaju za mogućim inovacijama. Strategijska efikasnost koja se ogleda u efikasnom komuniciranju, planiranju i odlučivanju na svim nivoima organizacije, je jedini način za postizanje ovog cilja, a ostvariva je kroz sinergističko kombinovanje podataka i

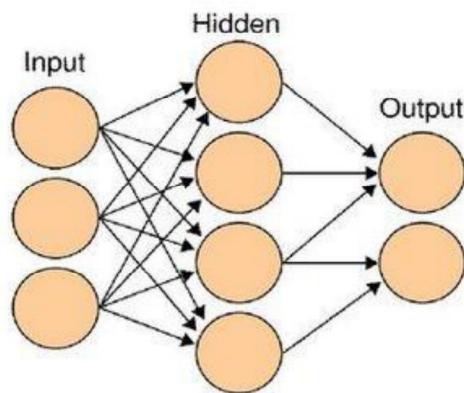
¹ Dipl. Inž. Grad. - PhD student Građevinsko – arhitektonskog fakulteta u Nišu, petmil@ni.ac.rs

kapaciteta informacionih tehnologija u procesiranju informacija sa kreativnim i inovativnim mogućnostima ljudi veštačka inteligencija se danas smatra ključnim činiocem savremenog poslovanja. Ekspertni sistemi, veštačke neuronske mreže, genetički algoritmi i inteligentni agenti su kategorije veštačke inteligencije koje su u prošloj dekadi zabeležile nagli prodor i predstavljaju perspektivu poslovanja u budućnosti. [1]



Slika 1. Neuron

Veštačke neuronske mreže su pojednostavljeni matematički modeli funkcija ljudskog mozga. Predstavljaju novu generaciju sistema za obradu informacija. One se zasnivaju na paralelnoj obradi podataka. Sastoje se od velikog broja procesnih elemenata. [4]



Slika 2. Primer neuronske mreže

Za uspešnu primenu veštačkih neuronskih mreža potrebno je prikupiti što više podataka. Veštačke neuronske mreže su mreže vođene podacima tako da kvalitet modela zavisi i

od količine podataka tj. pogodne su za fuziju podataka. Sastoje se od velikog broja neurona koji su raspoređeni prema različitim modelima. Neuroni su grupisani u slojeve preko kojih je mreža povezana sa okolinom. Veštačke neuronske mreže su kompjuterski programi dizajnirani da simuliraju neke od funkcija ljudskog mozga u cilju rešavanja različitih problema gde klasične metode ne daju zadovoljavajuće rezultate [3].

2. KRATAK ISTORIJSKI PREGLED

Početak neuro-računarstva se obično vezuje za 1943. godinu i članak Warren McCulloch i Walter Pitts: "Ločički račun ideja svojstvenih nervnoj aktivnosti". Kibernetičar Norbert Winer i matematičar John von Neumann su smatrali da bi istraživanja na polju računarstva, inspirisana radom ljudskog mozga, mogla biti izuzetno zanimljiva.

Početkom pedesetih godina, najviše uticaja na dalji razvoj neuronskih mreža je imao rad Marvin Minsky koji je u tom periodu konstruisao neuroračunar pod imenom Snark (1951). Frank Rosenblatt je zaslužan za otkriće jednoslojne neuronske mreže, zvane Perceptron. Međutim ovaj računar nije postigao značajnije praktične rezultate. Tek krajem pedesetih godina (1957-1958), Frank Rosenblatt i Charles Wightman sa svojim saradnicima su uspeli da razviju računar pod nazivom Mark I koji predstavlja prvi neuroračunar. U periodu od 1950-ih godina napisano je nekoliko knjiga i osnovano nekoliko kompanija koje se bave neuroračunarima. Krajem 80-ih i početkom 90-ih, neuronske mreže i neuro-računarstvo se uvodi kao predmet na nekoliko elitnih univerziteta u SAD, dok se danas neuronske mreže gotovo mogu sresti na svim univerzitetima. Iako su one imale neobičnu istoriju, još uvek su u ranoj fazi razvoja. Danas neuronske mreže nalaze veoma širok spektar primena u različitim oblastima. Funkcije neuronske mreže možemo, u određenoj meri, porediti sa funkcijom biološkog nervnog sistema. Međutim, iako je razvoj veštačkih neurona inspirisan biološkim nervnim ćelijama za potrebe računarskog sistema koji koriste neuronske mreže veza veštačkih i prirodnih (bioloških) neurona nema naročitog značaja.

Veštačke neuronske mreže se poslednjih godina uspešno primenjuju u mnogim oblastima. Prednosti koje nude veštačke neuronske mreže učinile su da one postanu nezaobilazni alat u rešavanju sve složenijih problema koji se javljaju u proizvodnji. [4]

2. PODELA NEURONSKIH MREŽA

Po načinu povezivanja delimo ih na:

- slojevite,
- potpuno povezane, i
- ćelijeske.

U odnosu na pravac prenosa i obradu podataka delimo ih na:

- Feedforward – direktnе mreže, nerekurentne ili nerekurzivne (nema petlji tj. Prenos signala se odvija samo u jednom pravcu), I
- Feedback – rekurentne mreže, indirektnе ili povratne.

U zavisnosti od načina učenja Feedforward i Feedback mogu biti:

- sa nadgledanim, i
- nenadgledanim učenjem.

Feedforward sa nadgledanim učenjem:

- perceptron,
- višeslojni perceptron,
- Hamingova mreža,
- probalističke mreže,
- baspropagation mreža,
- Košijeva mašina,
- kvantizacija vektora učenja i druge.

Feedforward sa nenađgledanim učenjem:

- countrepropagation mreža,
- clustering mreža,
- linearna asocijativna mreža i druge.

Feedback sa nadgledanim učenjem:

- Hopfieldova mreža,
- fuzy kognitivne mape,
- asocijativne memorije,
- Boltzmanova mašina i druge.

Feedback sa nenađgledanim učenjem:

- Grossbergove mreže,
- Kohonenove mape,
- teorija adaptivne rezonancije, i
- mreže sa kompetitivnim učenjem.

3. POSTUPAK RADA SA VEŠTAČKIM NEURONSKIM MREŽAMA

Postupak rada sa neuronskim mrežama je po sledećem redosledu:

1. Nepoznati algoritam. Rešenje problema se ne može eksplisitno objasniti algoritmom, sistemom jednačina ili nizom pravila.,
2. Dokaz da rešenje postoji. Mora postojati određeni dokaz da postoji ulazno – izlazno mapiranje između seta ulaznih faktora x i odgovarajućih izlaznih faktora y , $y=f(x)$, pri čemu je forma f nepoznata.,
3. Dostupnost podataka,
4. Planiranje,
5. Projektovanje:
 - određivanje tipa mreže: topologija mreže tip veze, redosled veze i opseg težine,
 - određivanje karakteristike čvora: opseg aktivacije i aktivacionu (prenosnu) funkciju
 - određivanje dinamike sistema: inicijalizacionu šemu težina, jednačinu za aktivaciju – kalkulaciju i algoritam učenja.,
6. Treniranje:
 - izbor para za treniranje iz trening seta i dovođenje vektora na mrežni ulaz,
 - izračunavanje mrežnog ulaza u prolazu unapred a izračunavanje mrežnog izlaza se realizuje procesom prostiranja unapred i priomenom aktivacione funkcije za svaki sloj u mreži osim za nulti,

- računanje vrednosti između mrežnog izlaza i željene ciljne vrednosti,
 - promena težine mreže u cilju da se minimizuje greška.
7. Testiranje. Set podataka za testiranje, koji se drži po starni, se koristi za testiranje predhodno istrenirane mreže u smislu sposobnosti predikcije i generalizacije., i
 8. Eksplatacija.

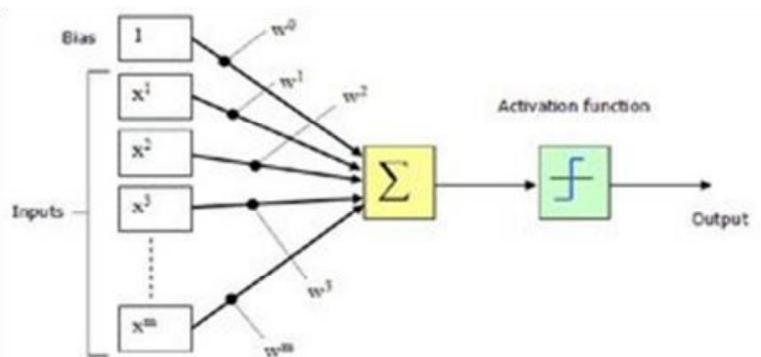
4. PRIMENA VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA

Osnovni ciljevi primene veštačkih neuronskih mreža u saobraćaju su:

1. razvoj i primena veštačkih neuronskih mreža u tehnicu,
2. analiza modela veštačkih neuronskih mreža, i
3. analiza rezultata u cilju dobijanja relevantnih rezultata koji će imati praktičnu primenu kao i primenu u nauci.

Modeliranje primenom veštačkih neuronskih mreža je naročito korisno za modeliranje sistema čije su karakteristike složene, uslovljene mnoštvom faktora ili su nedovoljno poznate. U slučajevima kada postoje vremenska ili novčana ograničenja, tradicionalni analitički načini modeliranja zamenjuju se modeliranjem pomoću veštačkih neuronskih mreža. Adekvatno modeliranje je od izuzetnog značaja imajući u vidu da se zasniva na relevantnim podacima. [5] Izbor paradigme je osnovni cilj. Na to utiče problem koji se nadgleda tj. protok saobraćaja u sagledanom vremenskom periodu. Neke od odluka koje se tiču projektovanja mreže mogu se doneti nakon eksperimentisanja tako da se projektovanje veštačke neuronske mreže često izvodi po principu „proba – greška“. Optimalna arhitektura mreže zavisi od problema koji se sagledava a ne sme biti složenija od potrebne. [4] Projektovanje veštačke neuronske mreže može se bilo korišćenjem nekog programskog jezika npr. C++ ili razvojnim alatima kao što su: MATLAB Neural Network Tool Box, MATHEMATICA Neural Networks, NeuralDesk, Neuro Solutions, NeuroShell2, itd. Veštačka neuronska mreža koja je projektovana za protok saobraćaja poseduje znanje koje se nalazi u načinu na koji su neuroni povezani i važnosti svake pojedinačne veze. Dobar set podataka za treniranje mreže mora sadržati uobičajne, neuobičajne i granične slučajevе koji se javljaju.

Tokom eksplatacije, preformanse veštačkih neuronskih mreža se mogu poboljšati ako se pridruži set podataka koji nije bio dostupan za vreme treniranja mreže.

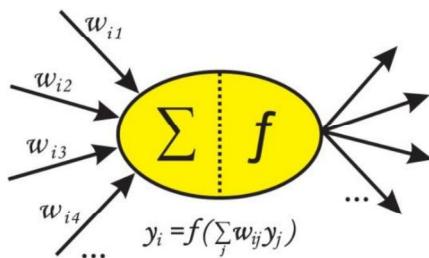


Slika 3. Izgled vaštačkog neurona

5. DELOVI NEURONSKE MREŽE

Kao kod svake nove tehnologije, i ovde je potreban napor da bi se shvatio princip i filozofija rada. Neuronska mreža je napravljena po uzoru na biološko nervno tkivo i u mnogo čemu ga podražava. Svako od nas u mozgu ima oko sto milijardi neurona, a na svaki od tih neurona dovodi se oko 10.000 signala sa drugih neurona. Sve to čini veoma složenu mrežu, iz koje stižu naše refleksne radnje, instinkti, inteligencija, svest, znanje, sećanje na razne događaje i iskustva, pa i naše celokupno psihičko biće.

Šematski prikaz veštačkog neurona (na slici 4.) je praćen matematičkim opisom. Neuron ima više ulaza i jedan izlaz. Svaki od ulaza (nacrtana su četiri, a može da ih bude manje ili mnogo više) dovodi signal sa nekog od prethodnih neurona, i taj signal se množi sa tzv. težinskim koeficijentom. Svi ulazi (a za svaki od njih postoji zaseban težinski koeficijent) se sabiraju, simbol Σ (suma) nacrtan u levoj polovini neurona. Takav zbir je ulazni parametar za prenosnu funkciju neurona, obeleženu slovom f . Izlaz iz neurona je samo jedan, a može da se vodi na više neurona u sledećem „sloju“ mreže. [6]



Slika 4. Prikaz delova neuronske mreže

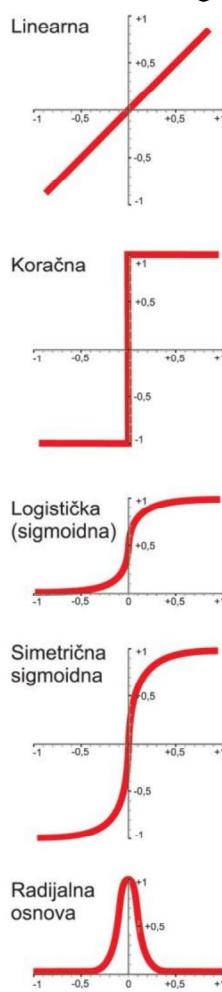
6. SLOJEVI MREŽE

Neuronska mreža se sastoji od većeg broja ovakvih neurona, koji su organizovani u dva ili više slojeva. Prvi sloj je uvek ulazni, a poslednji izlazni. Ako ih ima više, onda se unutrašnji slojevi zovu skriveni slojevi. Moguće je realizovati matricu i sa samo dva osnovna sloja, ali se složenije funkcije uvek realizuju sa bar jednim skrivenim slojem. Način organizacije ovih slojeva i njihovog povezivanja čini arhitekturu ili topologiju neuronske mreže. Ona je specifična za svaki zadatok (što važi i za prenosne funkcije pojedinih neurona), ali postoje i mreže koje su sposobne da se same organizuju. [6]

7. POSTUPAK UČENJA

Svakoj od strelica (izuzev izlaznih) dodeljen je težinski koeficijent, a svaki neuron ima svoju prenosnu funkciju i takozvani nivo aktivacije, koju čini promenljiva koja je deo te funkcije. Proces učenja (treniranja) mreže svodi se na to da se ulazi pobudjuju (recimo, mreži se „pokazuju“ bit-mape slika ili slova), pri čemu će ona na izlazima pokazivati neke numeričke vrednosti, npr. verovatnoću da je na toj slici to što treba da prepozna. Nepovratne mreže u postupku učenja koriste takozvani algoritam sa povratnim prostiranjem (back propagation), gde mreža najpre u normalnom smeru (sleva na desno)

generiše neki izlaz, pa onda u suprotnom smeru svakom neuronu dodeljuje količinu greške (razliku između željenog i realnog izlaza), pa u trećem prolazu (ponovo sleva nadesno) koriguje težinske koeficijente vodova koji pobuduju taj neuron. Počinje se od nasumično postavljenih vrednosti za težinske koeficijente. Tako „neiskusna“ mreža ne može ništa da prepozna. Trening teče tako što korisnik zadaje ulazne i željene izlazne vrednosti, dok se ne podese težinske koeficijente tako da se više ne menjaju. Onda joj se promene ulazi (recimo, pokaže druga slika ili slovo), pa se ponovi postupak učenja. Ovo se ponavlja za svaki ulazni podatak, posle čega se težinski koeficijenti više ne menjaju – svaki od neurona ih ima u svojoj memoriji, i mreža je spremna za rad. Mreža u početku pravi određene greške, a odgovarajućom promenom težinskih koeficijenata smanjuje se razlika dobijenih i zadatih izlaznih vrednosti svakog neurona.



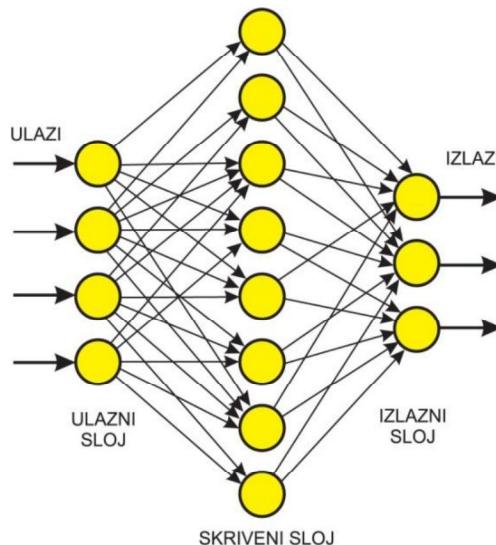
Slika 5. Vrste mreža

Važan parametar je nivo korekcije težinskih koeficijenata, jer ako je posle svakog koraka treninga taj nivo suviše mali, učenje će trajati predugo, a ako je veliki, težinski koeficijenti „podivljaju“ pa se učenje obično prekine zbog prekoračenja opsega aritmetike računara. Praksa pokazuje da je najbolje početi sa malim koeficijentima,

postepeno ih povećavati jer će tokom učenja korekcije biti sve manje, a onda ih opet smanjivati kako bi se vrednosti težinskih koeficijenata fino podesile. [6]

8. PRAKTIČNA PRIMENA VEŠTAČKIH NEURONSKIH MREŽA

Za razliku od mikroprocesora, neuronska mreža nije sekvensijalna, nema sistemski takt i u toku rada nije usredsređena na određene resurse, nego se podaci uniformno prostiru po celoj mreži, koja je protočna u realnom vremenu. Ako jedan deo mreže ispadne iz funkcije, to neće ozbiljno ugroziti njen rad, a kod samoorganizujućih mreža bi drugi delovi čak mogli da preuzmu funkciju dela koji je van pogona i da odmah počnu sa učenjem, bez prekida u radu.



Slika 5. Način rada neuronske mreže

Pored diskretnih postoje i analogne neuronske mreže, ali se one praktično i ne primenjuju. Neki proizvođači eksperimentišu sa mrežama na čipu, međutim to je još u eksperimentalnoj fazi, tako da se mreže još uvek simuliraju digitalnim kompjuterima.

Mada se neuronske mreže danas već uveliko koriste u procesnim upravljanjima, prepoznavanju teksta i likova, prognozi vremena i u sličnim domenima, treba imati u vidu da je ova tehnologija još uvek u fazi razvoja i da su sve to tek početni rezultati. Ako naše znanje o njima bude napredovalo onim tempom kojim su se razvijali digitalni kompjuteri, onda nas čekaju dramatične promene u tehničkom okruženju. Do sada je ovaj razvoj bio relativno spor, ali postoje optimistične prognoze da će veštačke neuronske mreže jednom moći da zamene ljudski mozak, jer su one sposobne da obavljaju zadatke, a da mi čak i ne znamo kako.

Neuronske mreže koje je priroda tokom evolucije ugradila u naše nervne sisteme tako su složene da je malo verovatno da ćemo uskoro moći da im konkurišemo. Tim pre što je za njihov razvoj priroda imala milijarde godina evolucije na milijardama jedinki. Treniranje jedne prirodne neuronske mreže kod čoveka traje oko 20 godina, a to je predugo za eksperiment sa neizvesnim rezultatom. [6]

9. ZAKLJUČAK

Primenom neuronskih mreža mogu se rešiti postojeći problemi i sagledati eventualni budući problemi koji mogu nastati. Razvojem veštačke inteligencije i njenom primenom, tamo gde sadašnji modeli rešavanja nisu tako efikasni ili su u nemogućnosti sagledavanja i rešavanja problema, mogu se uštedeti značajna finansijska sredstva, vreme, očuvanje infrastrukture, tehnički napredak... Kvalitet veštačkih neuronskih modela pretežno zavisi od pravilnog izbora arhitekture veštačke neuronske mreže, odnosno algoritma učenja, funkcije prenosa, opsega i raspodele podataka korišćenih za obuku, validaciju i testiranje [1].

LITERATURA

- [1] Bošnjak, Z., Algoritmi veštačke inteligencije u predviđanju promene okruženja, Strategijski menadžment, vol.7, br. 3, str. 31-37, **2003**.
- [2] Ćirović, V., Alekseendrić, D., Razvoj neuronskog modela rada diska kočnice, FME Transactions, vol. 38, br. 1, str. 29-38, **2010**.
- [3] Ibrić, S., Knežević, M., Parojević, J., Đurić, Z., Primena veštačkih neuronskih mreža u formulaciji farmaceutskih preparata, Arhiv za farmaciju, vol. 57, br.6, str. 399-414, **2007**.
- [4] Mandić, M., Radovanović, M., Veštačke neuronske mreže i njihova primena u proizvodnim procesima. IMK-14 – Istraživanje i razvoj, 15(3-4), 39-44., **2009**.
- [5] www.braincampaign.org
- [6] www.pcpress.rs

BASIS OF ANN AND THE IMPORTANCE OF THEIR APPLICATION

Summary: Artificial neural networks in recent years been successfully applied in many fields. The advantages offered by artificial neural networks have made that they become unavoidable to solve increasingly complex problems that arise in the modern world. Artificial neural networks represent one of the most popular techniques of artificial intelligence. For successful application of artificial neural networks is necessary to collect more data. Artificial neural networks are data networks driven by the quality of the model depends on the amount of data that is. suitable for data fusion. How, artificial neural networks have significant applications in modern science, its application is broad spectrum.

Key words: artificial neural network, model, application, parts, network layer, the learning ...