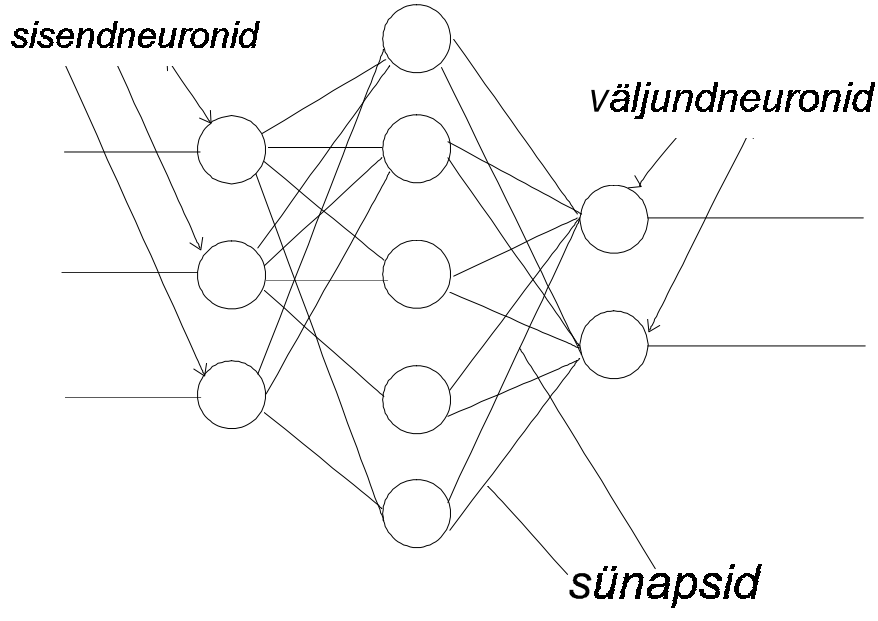
Neuroarvutid

Neuroarvuti aluseks on närvivõrk, ms kujutab endast elusorganismide närvisüsteemi lihtsustatud mudelit.

Närvivõrku iseloomustavad kaks olulist omadust:
1. võime õppida näidete varal;
2. võime teha üldistusi.

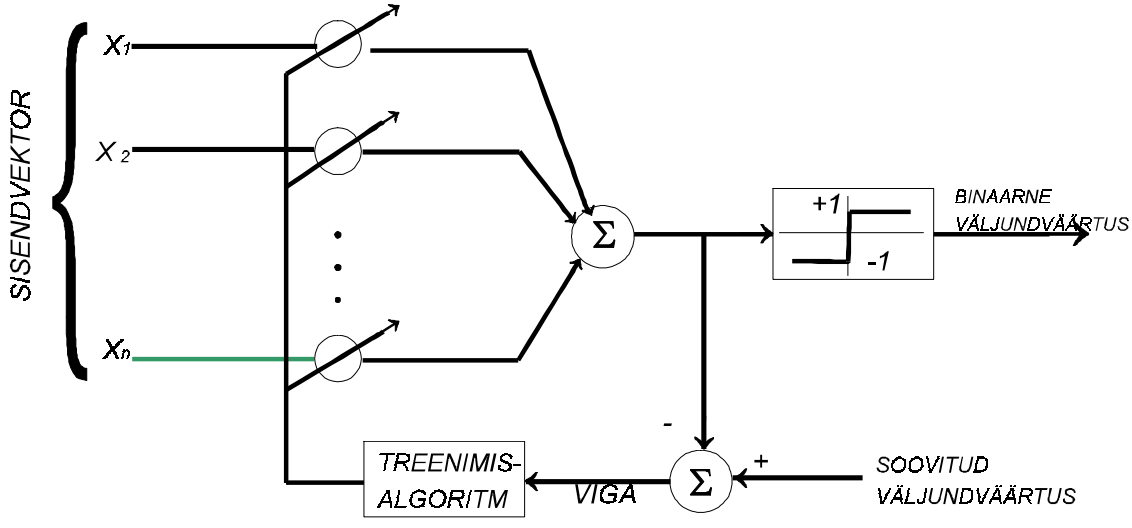
Kunstlikud närvivõrgud on modelleritavad neurograafina. Graafi tippe nimetatakse neuroniteks ja kaari sünapsideks. Iga neuron võtab sisenditel vastu signaali teistelt neuronitelt, töötleb sisenditelt saadavat infot ja annab talle väärtuse vastavalt mingile funktsioonile. Tulemusena väljastab ta vastuse. Väljundist liigub signaal tavaliselt väga paljude teiste neuronite sisenditele. Närvivõrk saab informatsiooni tavaliselt väliskeskkonnast läbi sisendandurite. Neid võib neurograafil kujutada ka lihtsalt neuronitena, "sisemistest" neuronitest erinevad nad selle poolest, et nad ainult edastavad infot, ilma seda töötlemata. Neuronitevahelist ühendust kutsutakse sünapsiks. Igal sünapsil on kaal ja ta võib läbivat signaali kas nõrgendada või tugevdada. Võrgu poolt produtseeritav tulemus, mis vastab antud sisendinformatsioonile, sõltub nii funktsioonist, mille kohaselt infot töötleb iga neuron, kui ka sünapside kaaludest.



Kui eeldada, et sünapsile kaalu omistamine leiab aset neuroni sisendil, võib neuroni funktsioneerimist kirjeldada järgmise valemiga:

$$y_i = f_{NL}\{ \Sigma w_{ij} x_i - \theta_i \}, \qquad (1)$$

kus iga i-nda neuroni jaoks x_j on üks N_i - st sisendväärtusest (mis tuleb kas välistelt andurtitelt või teistelt neuronitelt), y_i on neuroni väljund W on sideme kaal, θ on läviväärtus ja f_{NL} funktsiooni väärtus. Seega võib aritmeetilise tehte sooritamise seisukohalt jagada neuroni kaheks plokiks (joon.2):
- seade, mis summerib sisendväärtuste ja vastavate kaaluse korrutised;
- seade, mis vastavalt etteantud funktsioonile arvutab väljundi väärtuse.



Neuroneid on kolme liiki:

1. sisendneuronid, mille kaudu närvivõrk saab informatsiooni välismaailmast;
2. väljundneuronid, mille kaudu väljastatakse tulemus;
3. peidetud neuronid, mis ei ole ei sisend- ega väljundneuronid.

Neuronid on grupeeritud kihtidesse, iga neuron on ühendatud kõikide neuronitega järgmises kihis. Kihti, kus asuvad sisendneuronid nimetatakse siis sisendkihiks, kihti kus asuvad väljundneuronid väljundkihiks ja vahepealseid kihte peidetud kihtideks. Kõige sagedamini on närvivõrgud kolmekihilised.

Kuna samas kihis asuvad neuronid on üksteisest sõltumatud, võivad nad töötada paralleelselt. Samuti võib iga kiht töötada iseseisvalt, kui tema sisendväärtused on juba leitud.

Närvivõrgu õpetamine (treenimine) tähendab sünapside kaalude muutmist niikaua, kuni võrk reageerib õpetaja poolt soovitud viisil.
Õppimisalgoritmid, mille alusel võrku treenitakse, võib jagada kahte liiki:

1. **Õppimine õpetaja abiga.** Näited antakse võrgu sisenditele, ja kui reaalsed ning soovitud väljundväärtused ei lange kokku, arvutatakse välja uued kaalud. Võrgu treenimist ohjab ja uued kaalud arvutab välja tavaliselt mingi süsteemi parameetreid muutev juhtseade.

Õppimisprotsessis võrreldakse omavahel neuroni väljundväärtust ja soovitud väärtus. Nendevaheline erinevus on viga ja see antakse tagasi neuroni sisenditele vastavalt sellele, millist algoritmi treenimisel täpselt kasutatakse. Tavaliselt antakse näited ette paaridena - vastav sisendite kombinatsioon ja vastav väljundkombinatsioon. Valitakse välja mingi sisendite kombinatsioonide (mustrite) kogum, mille alusel hakatakse neuronit treenima. Eesmärk on see, et tegelik väljund Y_{teg} oleks võimalikult lähedane soovitavale väljundile Y. Hea tulemuse korralt peab väljund olema õige ka siis, kui sisendinfo erineb sellest näidete hulgast, millega klassifikaatorit treeniti.
Näiteülesande õppimist on tihti vaadeldud kui optimiseerimisprobleemi, kusjuures sisse tuuakse vea mõõtmise mõiste. Treenimine on selle määratluse kohaselt vea minimiseerimine parameetrite w_i muutmise abil. Õppimise eesmärk on aga vea vähendamine kõigi võimalike näidete korral, seega teatud mõttes üldistamine.

2. **Iseseisev õppimine.** Võrgu sisenditele antakse signaalide kogum, mis on lahendatava ülesande tüüpiliseks näiteks ja see ise "hargneb lahti" õigete kaaludega võrguks. Sel juhul kõrvuti asetsevad neuronid võrdlevad oma tegevusi ja arenevad ise vajalikus suunas. Sellisel viisil treenitavat võrku nimetatakse *competitiv network, unsupervised network* või *self-organizing network.*

Närvivõrkusid kasutatakse siis kui

1. ülesannet pole võimalik täpselt defineerida või see on väga raske. Siis on võimalik närvivõrgule lihtsalt näideta abil “seletada” kuidas lahendamine käib.

2. andmed kas osaliselt puuduvad või ei ole täielikult usaldatavad - närvivõrk suudab teha üldistusi ja leida lahendi ka sellistes olukordades, mis on vaid sarnased tema poolt õpitutele.