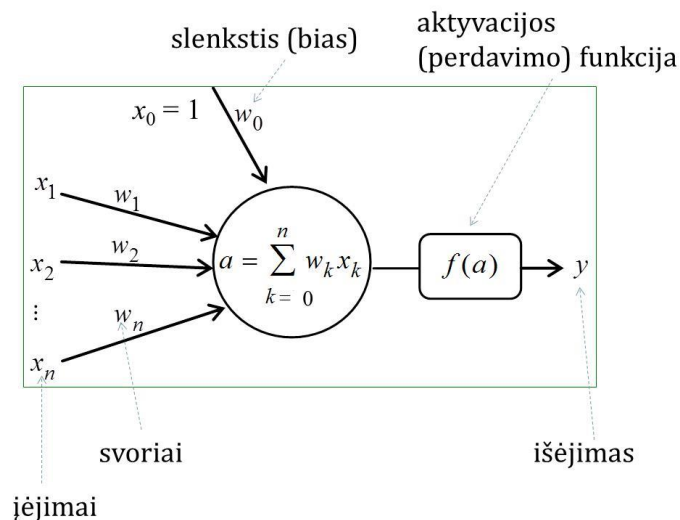


## I užduotis (Dirbtinis neuronas)

**Užduoties tikslas** – išanalizuoti dirbtinio neurono modelį.

Tam bus naudojama jau sukurta Java Applet programėlė, kurią galima rasti internete adresu <http://lcn.epfl.ch/tutorial/english/aneuron/html/index.html>

P. S. Kadangi tai Java Applet, todėl naršyklė gali jį blokuoti dėl saugumo, todėl reikia pasirūpinti, kad to nebūtų. Reikia pakeisti nuostatas: Control Panel -> Java -> Security -> Execution Site List -> Edit Site List -> nukopijuoti nurodytą svetainės adresą.



**Pav. Dirbtinis neuronas**

Bet prieš tai prisiminkime pagrindines sąvokas:

Dažniausiai dirbtinis neuronas turi penkis komponentus:

1. Įėjimų (angl. *input*) aibė:  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .

Tai duomenys, kuriuos mes analizuosime, dažniausiai tai realūs skaičiai.

2. Svių (angl. *weight*) aibė:  $(w_1, w_2, \dots, w_n)$ .

Pirmasis dalykas, ką daro neuroniniai tinklai – tai skaičiuoja svorinę jo įėjimų sumą, t. y., įėjimų ir jungčių svių sandaugų sumą:

$$a = \sum_{k=0}^n x_k w_k$$

Čia svių yra realūs skaičiai, kurie nustato kiekvieno įėjimo svarbą.

Neuroninių tinklų mokymo algoritmų tikslas yra nustatyti „geriausią“ galimą svių reikšmių aibę  $(w_1, w_2, \dots, w_n)$  nagrinėjamam uždaviniui.

Optimalios svių aibės radimas dažnai yra kompromiso radimas tarp mokymo laiko ir tinklo daromos paklaidos minimizavimo. Čia paklaida suprantama, kaip nevisiškai tikslaus sprendimo radimas nagrinėjamam uždaviniui.

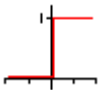
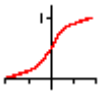

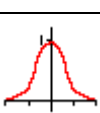
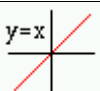
3. Slenksčio (angl. *threshold*) reikšmė.

Slenksčio reikšmė – tai realus skaičius, kuris yra atimamas iš įėjimo reikšmių svorinės sumos. Kartais slenksčio reikšmė yra vadinama poslinkio (angl. *bias*) reikšme. Šiuo atveju, realus skaičius yra pridamas prie svorinės sumos. Paprastumo dėlei, slenksčio reikšmė gali būti laikoma kaip dar viena įėjimo ir jo svorio pora, tada  $x_0 = 1$ .

4. Aktyvacijos (perdavimo) funkcija.

Paprasčiausia aktyvacijos (perdavimo) funkcija yra slenkstinė funkcija. Tačiau jų yra ir sudėtingesnių struktūrų, tokių kaip sigmoidinė, Gauso ir kt.

Lentelėje pateiktos aktyvacijos (perdavimo) funkcijos, kurios gali būti naudojamos Applet programėlėje.

Slenkstinė (angl. <i>unit step</i> )		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x < 0 \\ 1 & \text{if } x \geq 0 \end{cases}$
Sigmoidinė (angl. <i>sigmoid</i> )		$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\beta x}}$
Gabalais tiesinė (angl. <i>piecewise linear</i> )		$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq x_{min} \\ mx+b & \text{if } x_{min} < x < x_{max} \\ 1 & \text{if } x \geq x_{max} \end{cases}$
Gauso (angl. <i>Gaussian</i> )		$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$
Tiesinė (angl. <i>identity</i> )		$f(x) = x$

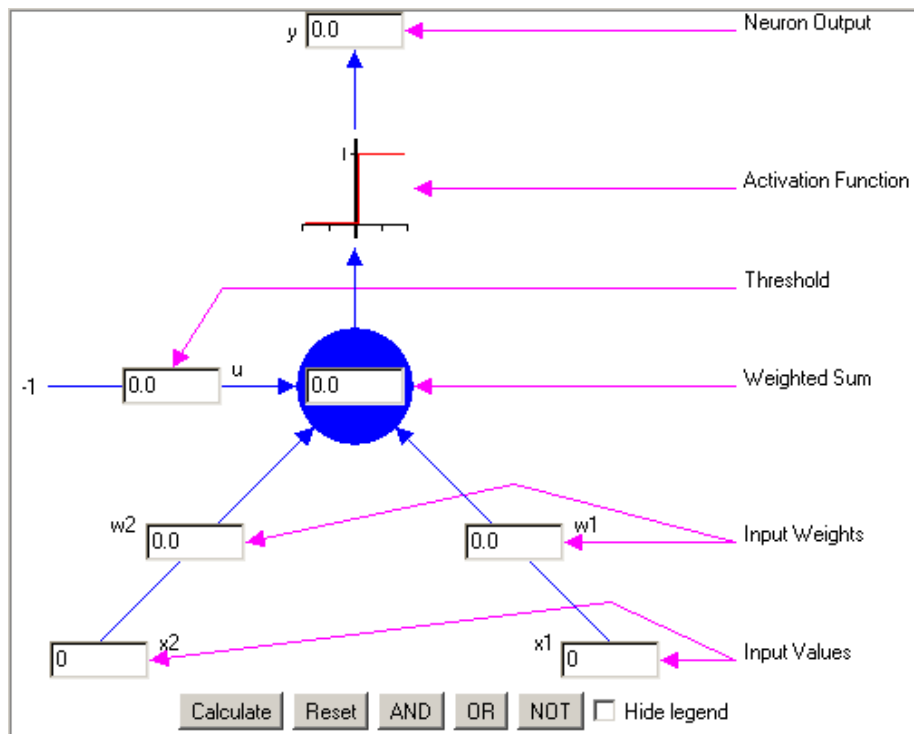
5. Neuronų (angl. *output*) išėjimas y.

Dirbtinis neuronas skaičiuoja jo išėjimą pagal formulę:

$$y = f\left(\sum_{k=1}^n x_k w_k + w_0\right) = f\left(\sum_{k=0}^n x_k w_k\right), \text{ čia } x_0 = 1.$$

### Apie programėlę (angl. *applet*):

Kaip matyti paveiksle, neuronas yra gana paprastos struktūros. Šis neuronas tik du įėjimus  $x_1, x_2$  bendru atveju jų gali būti daug daugiau. Čia  $w_0 = u, x_0 = -1$ .



### Instrukcija, kaip naudotis šia programėle:

1. Įveskite skaitines reikšmes neurono įėjimų (input), svorių (weight) ir slenksčio (threshold) laukeliuose, paspauskite <ENTER> arba mygtuką **Calculate**. Rezultate bus apskaičiuota svorinė suma ir neurono išėjimo reikšmė.
2. Teksto balto fono laukeliai gali būti redaguojami, o pilko fono ne. Norint pamatyti daugiau skaitmenų naudokite klaviatūros rodykles arba pelę.
3. Pelyte paspaudus aktyvacijos funkcijos paveiksluką atsiras kita funkcija. Tokiu būdu galima pasirinkti vieną iš lentelėje pateiktų aktyvacijos (perdavimo) funkcijų.
4. Pelyte paspaudus aktyvacijos funkcijos paveiksluką kartu laikant paspaustą <Shift> klavišą, atsiras mažas langelis, kuriame galima pakeisti kai kurių funkcijų parametrus.
5. Norint išvalyti visus laukelius paspauskite mygtuką **Reset**.

**Užduoties punktai:**

1. Išanalizuokite programėlės veikimą, parametrų keitimo būdus ir pan.
2. Naudojant slenkstinę aktyvacijos funkciją, nustatyti svorių ir slenksčio reikšmes, kad gautųsi lentelėje pateikto klasifikatoriaus rezultatas.

$x_1$	$x_2$	Norima reikšmė $t$ (klasė)
-0,2	0,5	0
0,2	-0,5	0
0,8	-0,8	1
0,8	0,8	1

3. Išbandykite kitas aktyvacijos funkcijas, keiskite jų parametrus, stebėkite su kokia funkcija gaunami tiksliausi rezultatai.

**Užduoties ataskaitoje reikia:**

1. Aprašyti užduoties tikslą.
2. Pateikti nurodytą lentelę (klasifikavimo duomenis ir klasę).
3. Pateikti svorių ir slenksčio reikšmes, kad gautųsi nurodytas klasifikatorius, naudojant kelias aktyvacijos funkcijas (slenkstinę ir (sigmoidinę arba gabalais tiesinę)).
4. Nurodyti, kokią nelygybių sistemą reikia spręsti, norint teisingai parinkti svorių ir slenksčio reikšmes, kai aktyvacijos funkcija yra slenkstinė? Išspręsti šią sistemą.

*Patarimas:* Norint supaprastinti sistemos sprendimą, galima vieną kintamąjį pasirinkti kaip konstantą. Sistemą galima spręsti grafiniu būdu, tam galima pasitelkti kokią nors kompiuterinę matematinę sistemą.

Nelygybių sistemos sprendimo grafinių būdu *pavyzdys* (naudojant Matlab):

```
x=1;
% Sudaromas tinklėlis
[y,z]=meshgrid(-2:0.1:2,-2:0.1:2);
% Užrašomos nelygybės
ineq1=x-0.4*y+0.6*z<0;
ineq2=2.1*x-0.2*y-0.5*z>0;
ineq3=x+0.2*y-0.1*z<=0;
% spalvų paletė (3-oje pozicijoje juoda spalva, nurodo, kad
% 3-jų nelygybių sprendiniai sutampa)
mymap = [1 1 1; 1 1 1; 0 0 0];
colormap(mymap);
colors = zeros(size(y))+ineq1+ineq2+ineq3;
% nupaišomas nelygybių sprendinių plotas
scatter(y(:),z(:),3,colors(:),'filled')
```

**P. S.** Ataskaitoje turi būti trumpai aprašyti atliekami veiksmai, pateikti žymėjimų aprašymai ir kita, jūsų manymu, svarbi informacija.