

Vilniaus Universitetas  
Matematikos ir informatikos fakultetas  
Programų sistemų katedra

# Skaitmeninis intelektas ir sprendimų priėmimas

## 1-as laboratorinis darbas

Nojus Džiaugys

Vilnius 2023

## Turinys

1. Užduoties tikslas .....	3
2. Klasifikavimo duomenys ir klasė.....	3
3. Programos kodas su komentarais (angliškai).....	3
4. Strategija naudota svorių ir poslinkio parinkimui.....	4
5. Keli rasti svorių ir poslinkio rinkiniai naudojant slenkstinę aktyvacijos funkciją.....	4
6. Keli rasti svorių ir poslinkio rinkiniai sigmoidinę aktyvacijos funkciją.....	5
7. Nelygybių sistema, kurią reikia spręsti, norint teisingai parinkti svorių ir poslinkio reikšmes, kai aktyvacijos funkcija yra slenkstinė .....	5
8. Nelygybių sistemos sprendimas grafiniu būdu .....	6
9. Grafiniu būdu gautų sprendinių patikrinimas .....	7
10. Išvados .....	11

# 1. Užduoties tikslas

Trumpai, pirmojo laboratorinio darbo tikslas - išanalizuoti dirbtinio neurono modelio veikimo principus.

Plačiau, pirmojo laboratorinio darbo tikslas yra susipažinti su dirbtinio neurono veikimo principais tą neuroną suprogramuojant ir panaudojant su tam tikromis (paprastomis) aktyvavimo funkcijomis. Darbo tikslas yra suprogramuoti neuroną, kuriam bus pateikiami svoriai naudoti aktyvacijos funkcijose. Taip pat, darbo tikslas yra surasti minėtus svorius, netaikant komplikuočių paieškos algoritmų.

Užduoties tikslas yra suprogramuoti dirbtinį neuroną ir surasti jam svorius, kuriuos taikant aktyvacijos funkcijose, rezultatai atitiktų iš anksto paruoštos lentelės rezultatus. Apie tai plačiau – sekančiame skyriuje.

## 2. Klasifikavimo duomenys ir klasė

*1 lentelė. Klasifikavimo duomenys ir klasės*

Duomenys		Klasė
$x_1$	$x_2$	$t$
-0,2	0,5	0
0,2	-0,7	0
0,8	-0,8	1
0,8	1	1

**1 lentelė** yra duomenų rinkinys, pagal kurį bus ieškoma dirbtinio neurono svorių. Požymiai  $x_1$  ir  $x_2$  yra vieninteliai neurono įėjimai, o klasė  $t$  yra aktyvacijos funkcijos klasifikacija. Laboratorinio darbo tikslas yra surasti tokius  $w_1, w_2$  ir  $b$ , kad sumos funkcija  $f(X) = (\sum_{i=1}^n w_i x_i) + b$ , kur  $X$  yra visų įėjimų vektorius, panaudota slenkstinėje ar sigmoidinėje aktyvacijos funkcijoje duotų tas pačias reikšmes kaip ir **1 lentelės** klasės stulpelyje esančios  $t$  reikšmės atitinkamiems  $x_1$  ir  $x_2$  įėjimams.

## 3. Programos kodas su komentarais (angliškai)

Kodas yra laikomas git repozitorijoje „GitHub“ platformoje: [SLiSP/Labs/lab1/Lab1.ipynb at master · Barakisa/SLiSP \(github.com\)](https://github.com/Barakisa/SLiSP/blob/master/Lab1.ipynb)

Kodas parašytas „Jupyter“ užrašinėje, naudojantis „Python 3.11.4“ branduoliu.

## 4. Strategija naudota svorių ir poslinkio parinkimui

Svorių parinkimui buvo naudota atsitiktinių svorių generavimo strategija.

```
Random

import random
from pandas import Timestamp

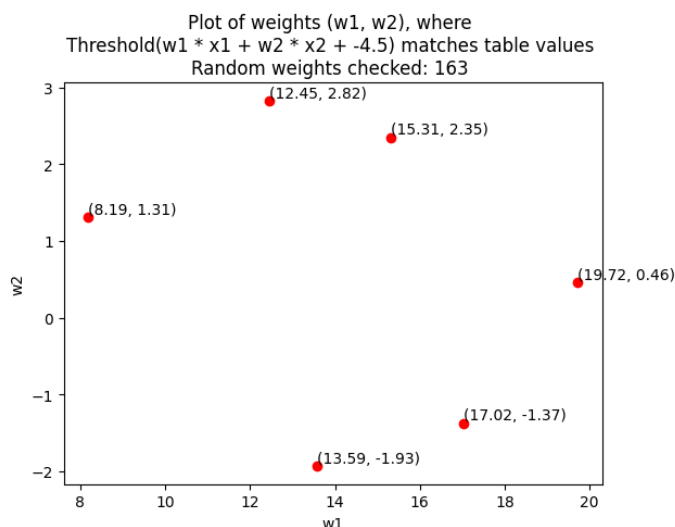
randi = 0
def new_rand():
    global randi
    randi += 1
    return [random.random() * 40 - 20 for _ in range(2)]

✓ 0.0s
```

1 pav. Atsitiktinių svorių generavimo metodas

**1 pav.** yra metodas naudojamas generuoti atsitiktinius svorius. Metodas padaro du dalykus: seka, kiek kartų jis buvo kviestas, arba, kiek atsitiktinių porų buvo sugeneruota, ir grąžina sąrašą su dviem elementais, kurie ir yra tie du svoriai. Kodėl reikia sekti, kiek porų sugeneruota? Tai naudinga, jei norima elgtis skirtingai, priklausomai, kiek iki šiol buvo sugeneruota porų – aš sustabdu generavimą, jei per 2000 spėjimų dar nėra rastas tinkamas skaičius spėjimų. Kodėl reikia tuos atsitiktinius skaičius padauginti iš 40 ir padalinti iš 20? Tai darau tam, kad svorių pora būtų intervale  $-20 \leq w_1, w_2 \leq 20$  – tuo užtikrinu, kad ieškoma pakankamai plačioje reikšmių erdvėje.

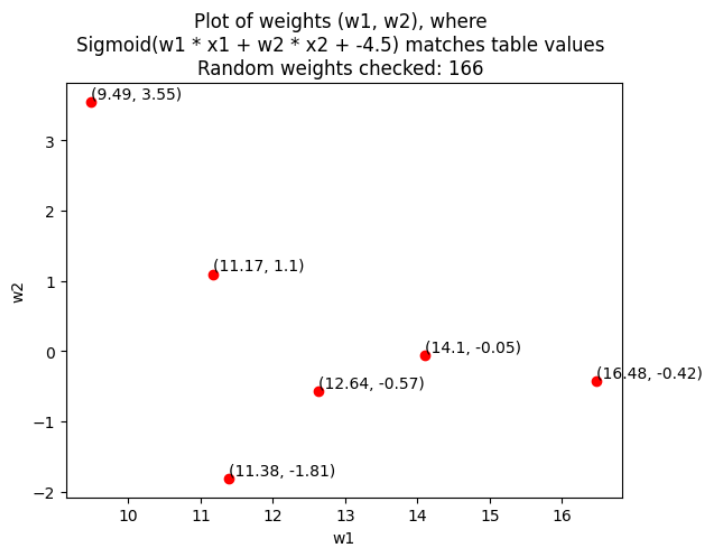
## 5. Keli rasti svorių ir poslinkio rinkiniai naudojant slenkstinę aktyvacijos funkciją



2 pav. Atsitiktinai gauti svoriai išpildantys klasifikavimo reikalavimus naudojant slenkstinę aktyvacijos funkciją. Automatiškai sugeneruotas grafas

**2 pav.** yra kodo sugeneruotas grafas, rodantis 6 galimas  $w_1, w_2$  poras, kai  $b = -4.5$  yra fiksuotas, kurios išpildo klasifikavimo reikalavimus, kai aktyvacijos funkcija yra slenkstinė. Grafas taip pat pasako, kiek atsitiktinių spėjimų užtruko gauti šias 6 tinkamas poras.

## 6. Keli rasti svorių ir poslinkio rinkiniai sigmoidinę aktyvacijos funkciją



3 pav. Atsitiktinai gauti svoriai išpildantys klasifikavimo reikalavimus naudojant sigmoidinę aktyvacijos funkciją. Automatiškai sugeneruotas grafas

**3 pav.** yra kodo sugeneruotas grafas, rodantis 6 galimas  $w_1, w_2$  poras, kai  $b = -4.5$  yra fiksuotas, kurios išpildo klasifikavimo reikalavimus, kai aktyvacijos funkcija yra sigmoidinė. Grafas taip pat pasako, kiek atsitiktinių spėjimų užtruko gauti šias 6 tinkamas poras.

## 7. Nelygybių sistema, kurią reikia spręsti, norint teisingai parinkti svorių ir poslinkio reikšmes, kai aktyvacijos funkcija yra slenkstinė

Nelygybių sistema:

$$\begin{cases} w_1(-0,2) + w_2(0,5) + b < 0, & \text{nes } t_1 = 0 \\ w_1(0,2) + w_2(-0,5) + b < 0, & \text{nes } t_2 = 0 \\ w_1(0,8) + w_2(-0,8) + b > 0, & \text{nes } t_3 = 1 \\ w_1(0,8) + w_2(1) + b > 0, & \text{nes } t_4 = 1 \end{cases}$$

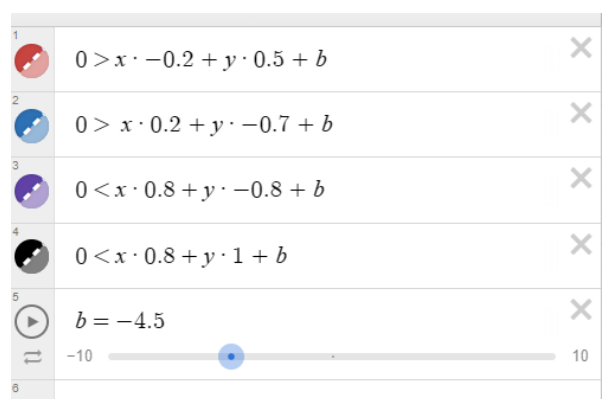
1 lygčių sistema

Šio laboratorinio darbo pagrindinis tikslas yra surasti tokius  $w_1, w_2$ , kad ši nelygybių sistema būtų teisinga. Pirmose dvejose eilutėse suma turi būti  $< 0$ , nes slenkstinė funkcija grąžina 0, kai suma  $< 0$ . Antra sąlygų pora turi būti  $> 0$ , nes slenkstinė funkcija grąžina 1 kai suma  $> 0$ .  $t_i$  yra slenkstinės funkcijos rezultatai, pagal sąlygą.

## 8. Nelygybių sistemos sprendimas grafiniu būdu

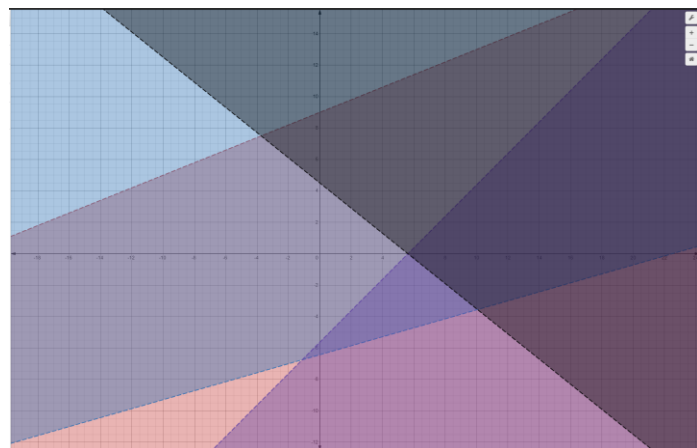
Grafiniu būdu lygčių sistemas galima labai paprastai naudojanti „Desmos“ internetine programa (<https://www.desmos.com/calculator>)

Pasižymėjus  $b$  kaip kintamąjį,  $w_1$  kaip  $x$ ,  $w_2$  kaip  $y$ , **1 lygčių sistema** perkelta į „Desmos“ aplinką atrodo taip: žr. **4 pav.**



4 pav. Lygčių sistema „Desmos“ aplinkoje

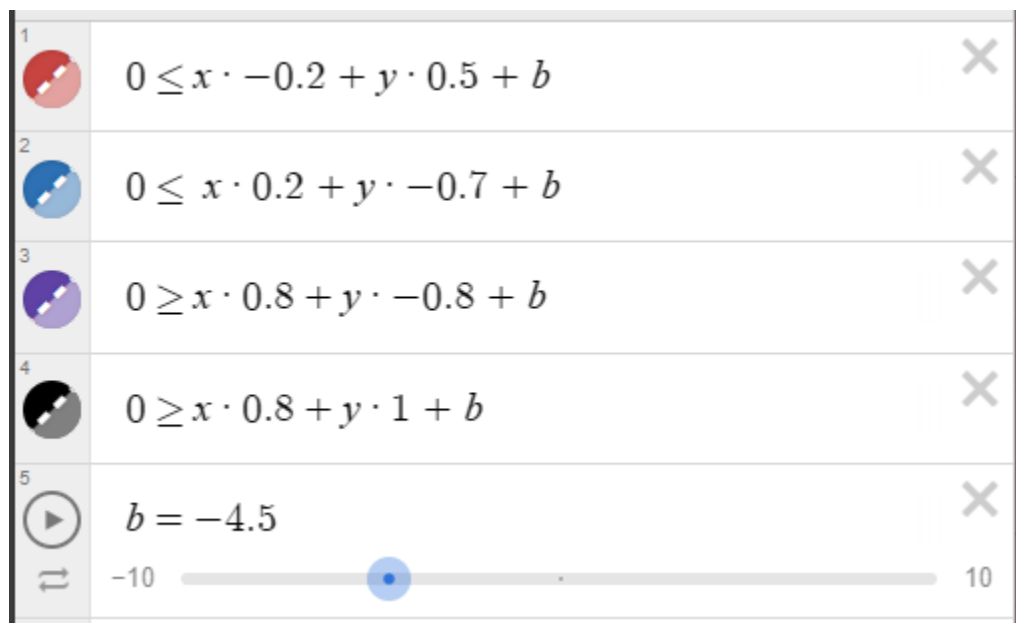
Šios sistemos grafas atrodo taip, kaip pavaizduota **5pav.**



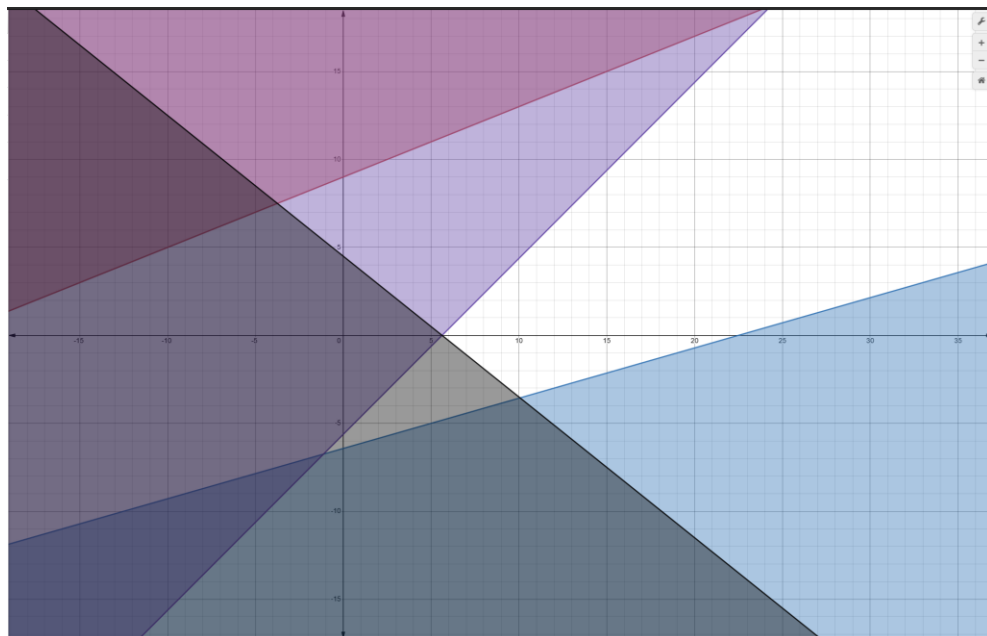
5pav. Lygčių sistemos grafinis atvaizdavimas

Kiekviena spalva žymi leistinų sprendinių erdvę atitinkama spalva pažymėtai nelygybei, kas reiškia, kad ten, kur susikerta visos spalvos – ten yra nelygybių sistemos sprendinių leistina erdvė. Natūralu, tą sankirtą labai sunku pamatyti, kai maišosi labai daug spalvų, taigi kad būtų paprasčiau, kiekvieną nelygybę padauginsiu iš  $-1$ , arba kitaip tariant, pakeisiu nelygybės ženklą ( $>$ ,  $<$  pavers  $\geq$  ir vice versa). Nauji palyginimai yra griežti, nes pradiniai buvo negriežti. Dabar

grafike spalvos reikš tiesiogiai priešingą dalyką – kur yra spalva, ten NĖRA leistina erdvė atitinkamos nelygybė. Visas šitas naujas nelygybes (žr. **6 pav.**) sudėjus į „Desmos“ gaunamas grafikas pavaizduotas Error! Reference source not found. Dabar daug akivaizdžiau, kur yra svorių sprendinių leistina erdvė – baltas plotas, kurio nedengia nei viena atvirkštinė nelygybė.



6 pav. Nelygybių sistema su apverstu palyginimo ženklu



7 pav. Lygčių sistemos su apverstais palyginimo ženklais grafikas

## 9. Grafiniu būdu gautų sprendinių patikrinimas

Dėl paprastesnio atvaizdavimo, patikrinimo funkcijas atliksiu „Excel“ lentelėje (žr. **2 lentelė**).

Pasirinkti taškai (violetiniai burbuliukai) gali būti matomi **8 pav.** ir **9 pav.** Du paskutiniai taškai sąmoningai buvo pasirinkti parodyti, kad taškai uždengti bent vienos modifikuotos nelygybės nepriklauso leistinai erdvei.

**2 lentelės** stulpelių reikšmės:

„w\_1“, „w\_2“ – pasirinktų svorių porų reikšmės;

„b“ – statinio poslinkio reikšmės;

„suma“ – pritaikyta sumos  $(f(X) = (\sum_{i=1}^n w_i x_i) + b)$  formulė;

„aktyvacijos f. rezultatas“ – ką grąžina aktyvacijos funkcija (šiuo atveju slenkstinė), jai padavus sumos funkcijos rezultatą;

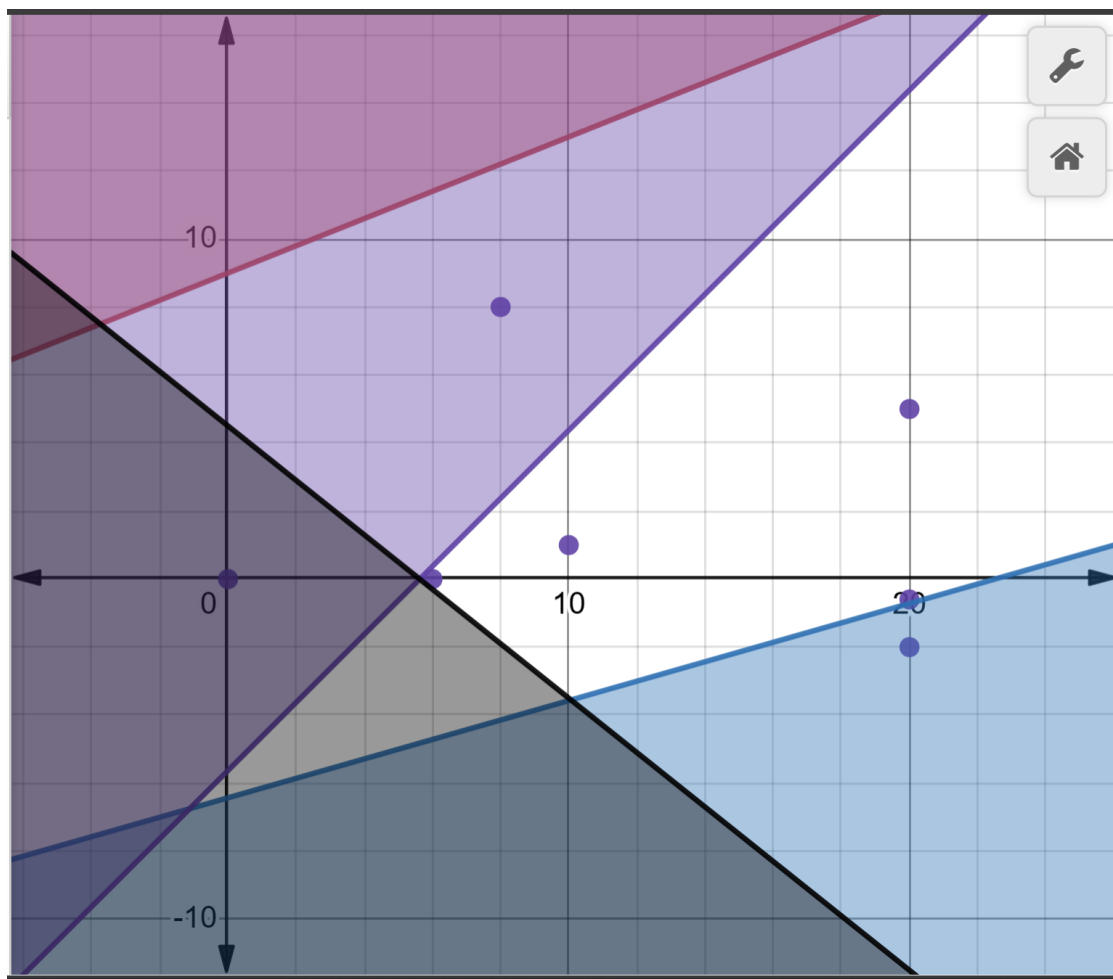
„grafinis rezultatas“ – jei taškas yra uždengtas **8 pav.** arba **9 pav.**– reikšmė = 0, jei taškas neuždengtas – reikšmė = 1. „1“ reiškia, kad taško koordinatės yra leistina  $w_1, w_2$  svorių pora.

„ar grafinis sprendimas geras?“ – pasako, ar grafinis sprendimas atitinka apskaičiuotą sprendimą.

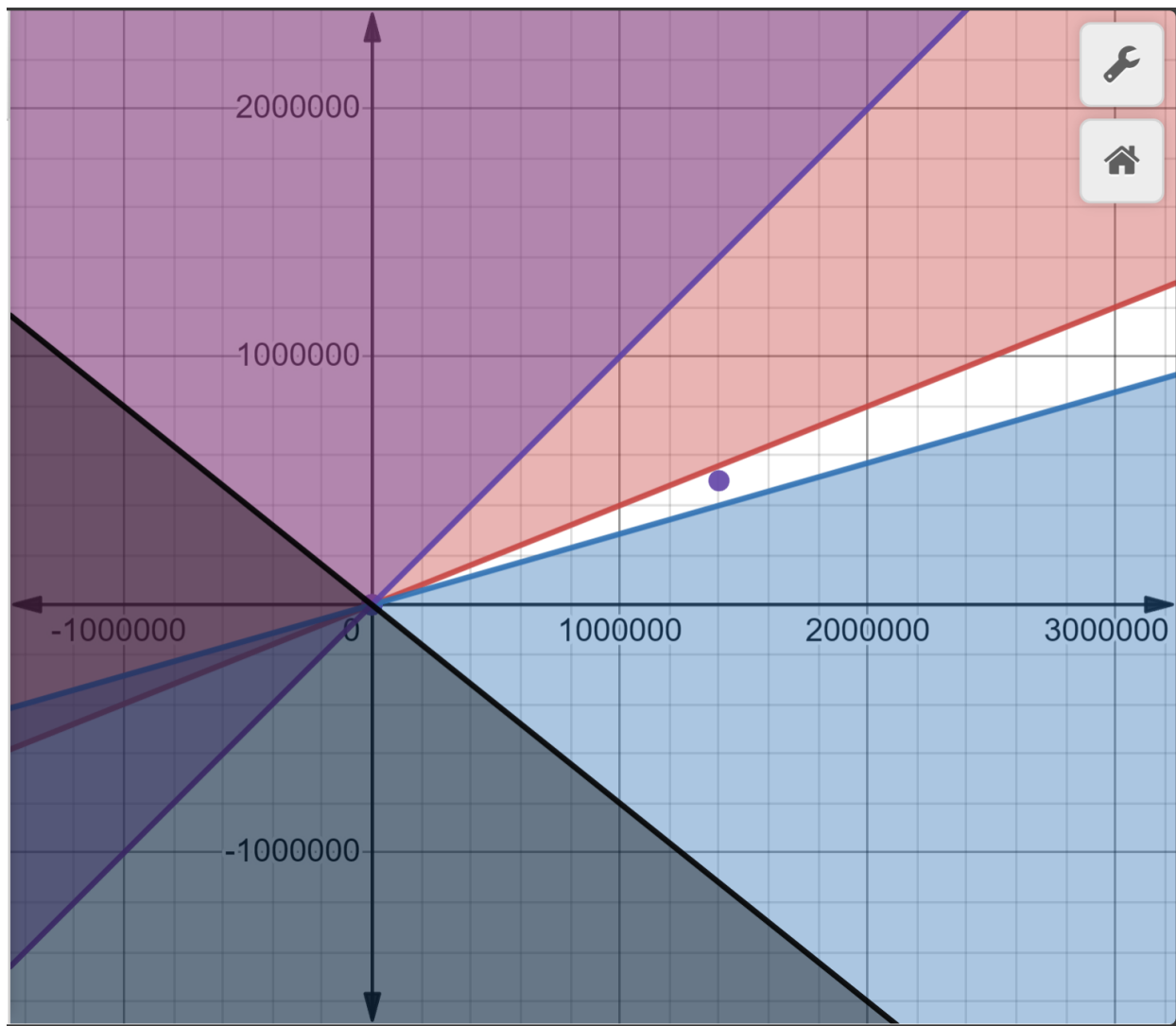


2 lentelė. Grafinių sprendimų patikrinimas

w_1	w_2	b	sumos	aktyvacijos f. rezultatas	numatomi rezultatai	grafinis rezultatas	ar grafinis sprendimas geras?
10	1	-4,5	-6	0	0	Tinkamas	Taip
			-3,2	0	0		
			2,7	1	1		
			4,5	1	1		
6	0	-4,5	-5,7	0	0	Tinkamas	Taip
			-3,3	0	0		
			0,3	1	1		
			0,3	1	1		
20	5	-4,5	-6	0	0	Tinkamas	Taip
			-4	0	0		
			7,5	1	1		
			16,5	1	1		
20	-0,6	-4,5	-8,8	0	0	Tinkamas	Taip
			-0,08	0	0		
			11,98	1	1		
			10,9	1	1		
1400000	500000	-4,5	-30004,5	0	0	Tinkamas	Taip
			-70004,5	0	0		
			719995,5	1	1		
			1619995,5	1	1		
8	8	-4,5	-2,1	0	0	Netinkamas	Taip
			-8,5	0	0		
			-4,5	0	1		
			9,9	1	1		
20	-2	-4,5	-9,5	0	0	Netinkamas	Taip
			0,9	1	0		
			13,1	1	1		
			9,5	1	1		
0	0	-4,5	-4,5	0	0	Netinkamas	Taip
			-4,5	0	0		
			-4,5	0	1		
			-4,5	0	1		



8 pav. Grafiniai sprendiniai 1



9 pav. Grafiniai sprendiniai 2

## 10. Išvados

Modeliuojant neuroną išties padėjo suprasti, kaip veikia įėjimai, kaip veikia aktyvacijos funkcijos, kitos neurono dalys. Grafinis sprendimas padėjo suprasti, kaip ieškoti sprendinių naudojant grafinius ir interaktyvius įrankius.