

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra kybernetiky a umelej inteligencie

Návrh neurónovej siete so spätným šírením chyby
(Zadanie predmetu Základy neurónových sietí)

Text zadania

Naprogramovať neurónovú sieť s typom učenie Backpropagation:

- Preferovaný programovací jazyk: C#.
- Program sa ovláda cez grafické rozhranie.
- K programu bude používateľská príručka, ktorá stručne obsahuje informácie o programe s popisom najlepšie dosiahnutých experimentov.
- Príručka bude v tlačenej forme.
- Tri typy dát:
 1. Kruh
 2. Špirála
 3. Košické dáta

Poznámka k vypracovaniu zadania

Vzhľadom na rozdielnosť vstupných dát pri kruhu, resp. špirále a úlohe spracovania košických dát som vytvoril pre obe triedy úloh samostatné programy.

Používateľská príručka (Kruh/Špirála)

Spustenie programu:

- Otvorením súboru "Zadanie_ZNS_Backprop.exe".

Načítanie trénovacích dát pre neurónovú sieť:

- V ľavej hornej časti okna programu klikneme na možnosť "Načítať súbor", vyberieme položku "Načítať súbor s trénovacími dátami" a vyberieme súbor s trénovacou vzorkou z jeho umiestnenia na disku.

Načítanie testovacích dát pre neurónovú sieť:

- V ľavej hornej časti okna programu klikneme na možnosť "Načítať súbor", vyberieme položku "Načítať súbor s testovacími dátami" a vyberieme súbor s testovacou vzorkou z jeho umiestnenia na disku.

Nastavenie parametrov neurónovej siete:

- V pravej dolnej časti je možné vybrať počet neurónov na skrytých vrstvách, parameter učenia γ , parameter strmosti sigmoidálnej funkcie α a počet cyklov učenia.

Učenie neurónovej siete:

- Pre inicializáciu váh a následné učenie siete na trénovacích dátach klikneme v ľavom dolnom rohu programu na tlačidlo učenie.
- Priebeh učenia je následne zobrazený v hornej časti programu.
- Po ukončení učenia je v paneli "Výstup neurónovej siete" zobrazená klasifikácia testovacích dát.

Zobrazenie grafu chyby učenia:

- Pre zobrazenie grafu chyby po ukončení učenia klikneme v ľavej hornej časti okna programu na záložku "Graf chyby učenia".

Používateľská príručka (Košické dáta)

Spustenie programu:

- Otvorením súboru "Zadanie_ZNS_BackpropKD.exe".

Nastavenie parametrov neurónovej siete:

- V ľavej hornej časti je možné vybrať počet neurónov na skrytých vrstvách, parameter učenia γ , parameter strmosti sigmoidálnej funkcie α a počet cyklov učenia.

Učenie neurónovej siete:

- Pre inicializáciu váh a následné učenie siete na trénovacích dátach klikneme v ľavom dolnom rohu programu na tlačidlo učenie.
- Priebeh učenia je následne zobrazený v spodnej časti programu.
- Po ukončení učenia je v paneli "Graf chyby" zobrazená chyba učenia neurónovej siete.
- Pre úspešnosť tejto akcie je nevyhnutné, aby bol súbor s trénovacou množinou "train.pat" v rovnakom priečinku, ako súbor "Zadanie_ZNS_BackpropKD.exe".

Testovanie neurónovej siete:

- Po naučení je možné sieť testovať na testovacej množine kliknutím na tlačidlo "Testovanie".
- Po ukončení testovania bude zobrazený informačný výpis s nameranou chybou a presnosťou klasifikácie.
- Pre úspešnosť tejto akcie je nevyhnutné, aby bol súbor s testovacou množinou "test.pat" v rovnakom priečinku, ako súbor "Zadanie_ZNS_BackpropKD.exe".

Export výstupných dát:

- Po kliknutí na tlačidlo "Export" bude vytvorený .ppm súbor v umiestnení podľa výberu užívateľa programu. Tento súbor je následne možné otvoriť v programe IrfanView.
- Pre úspešnosť tejto akcie je nevyhnutné, aby bol súbor so vstupnými dátami "cely.txt" v rovnakom priečinku, ako súbor "Zadanie_ZNS_BackpropKD.exe".

Experimenty (Kruh/Špirála)

1. Experiment – Kruh

Počet cyklov učenia: 10 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 20

Počty neurónov na 2. vrstve: 10

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 002

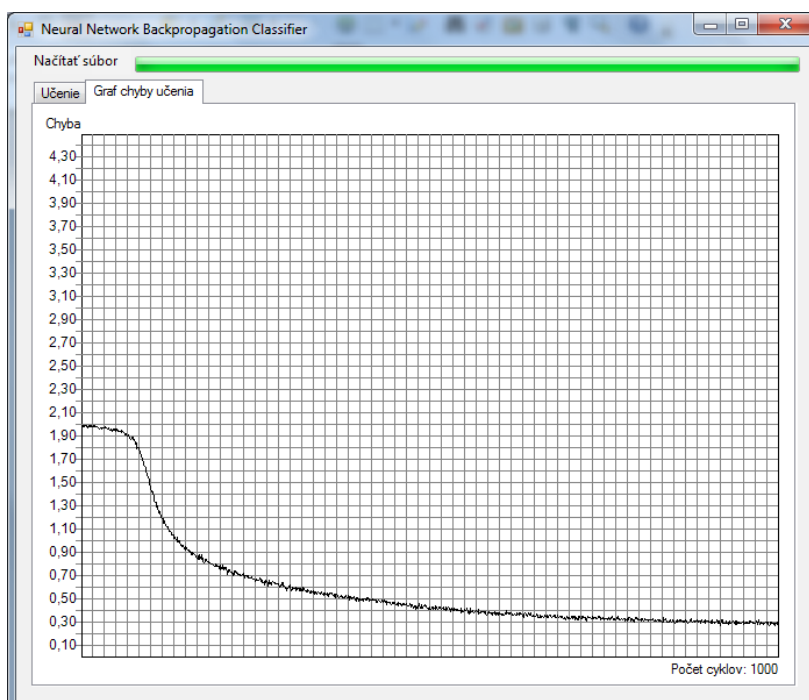
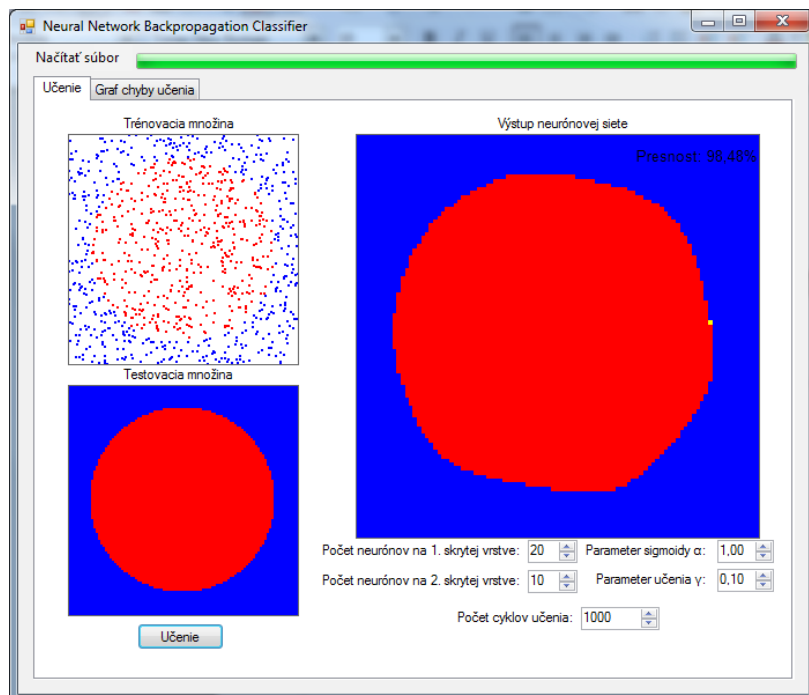
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 9 799

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 4

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 199

Presnosť klasifikácie: 97,99%

Konečná hodnota chyby: 0,314



2. Experiment – Kruh

Počet cyklov učenia: 10 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 10

Počty neurónov na 2. vrstve: 5

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 002

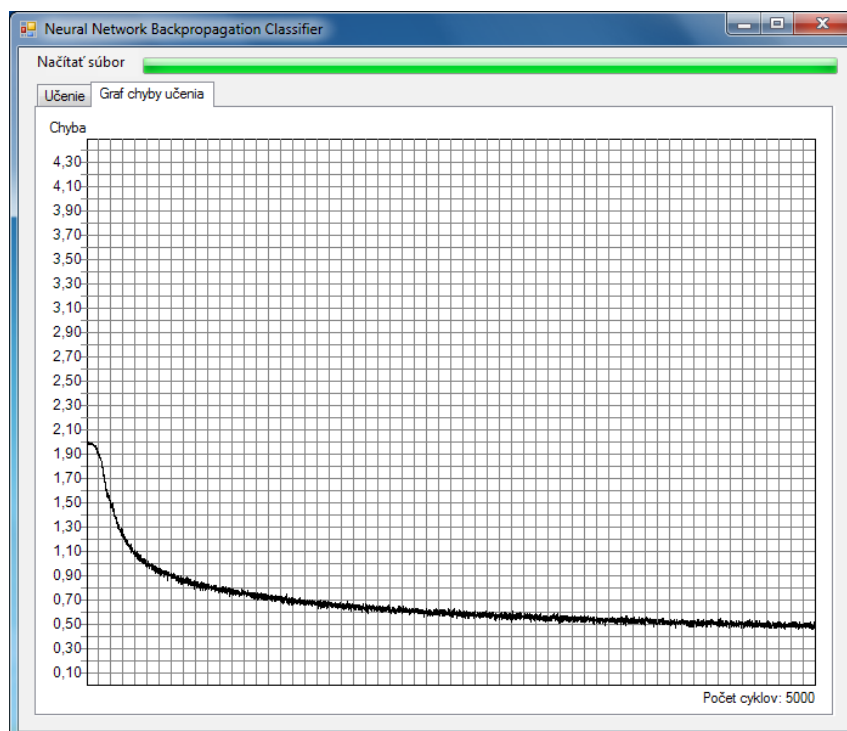
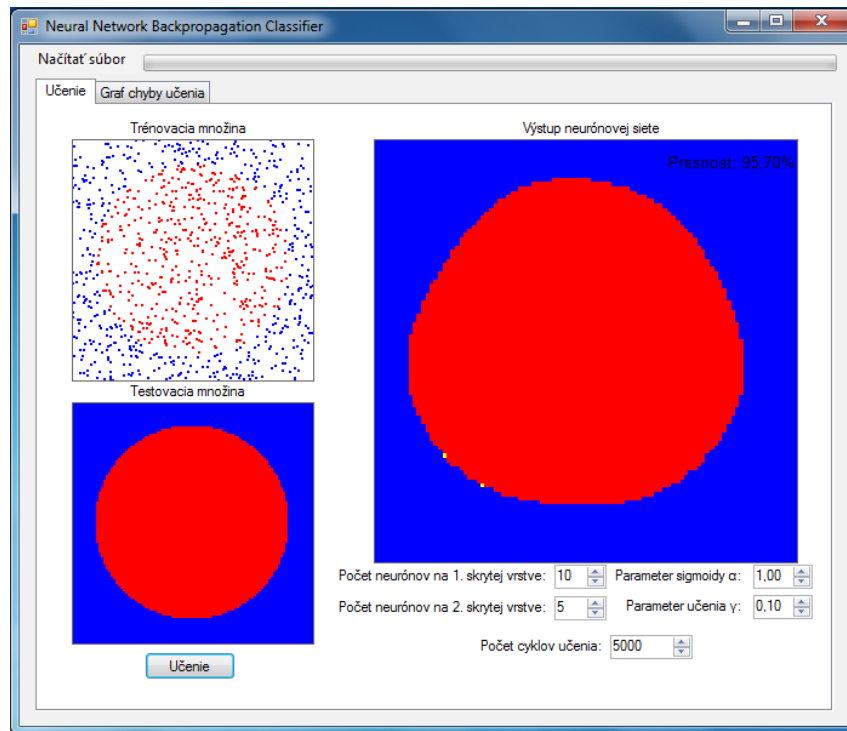
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 9 571

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 2

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 429

Presnosť klasifikácie: 95,70%

Konečná hodnota chyby: 0,511



3. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 50 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 60

Počty neurónov na 2. vrstve: 50

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 001

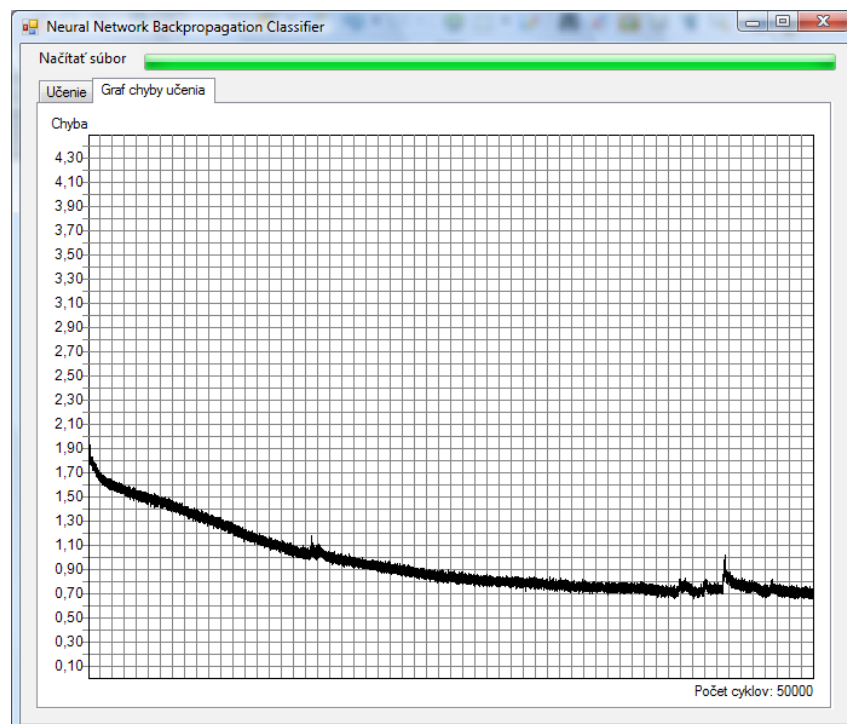
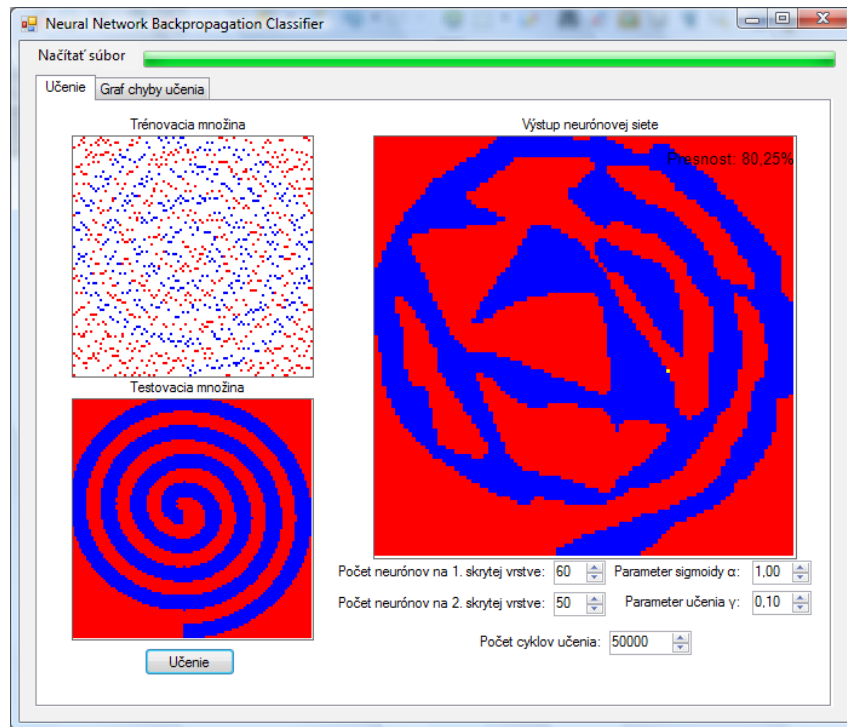
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 7 985

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 2

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 2 014

Presnosť klasifikácie: 79,85%

Konečná hodnota chyby: 0,727



4. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 50 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 70

Počty neurónov na 2. vrstve: 60

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 001

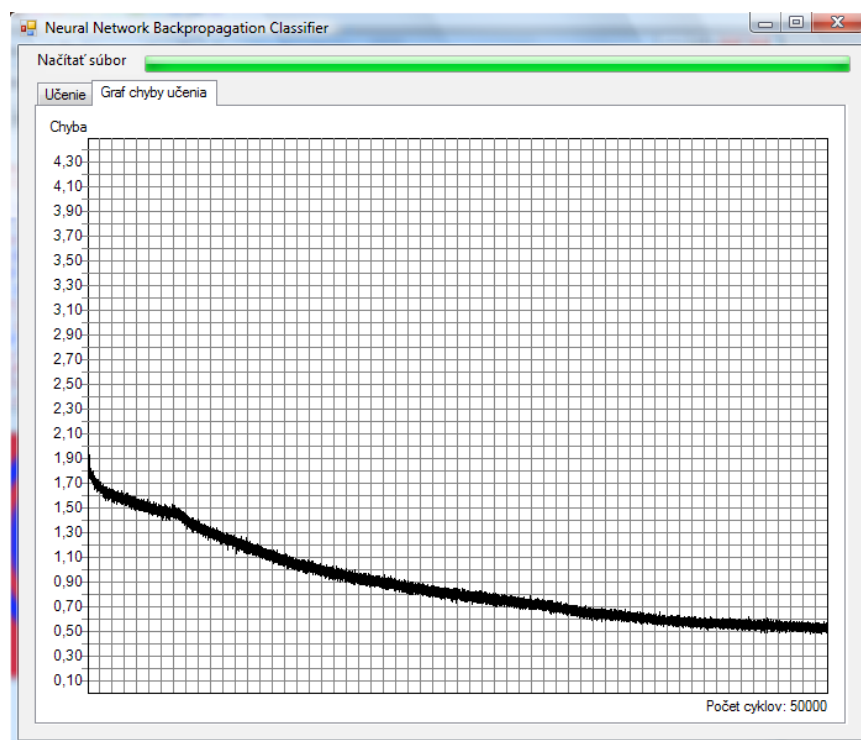
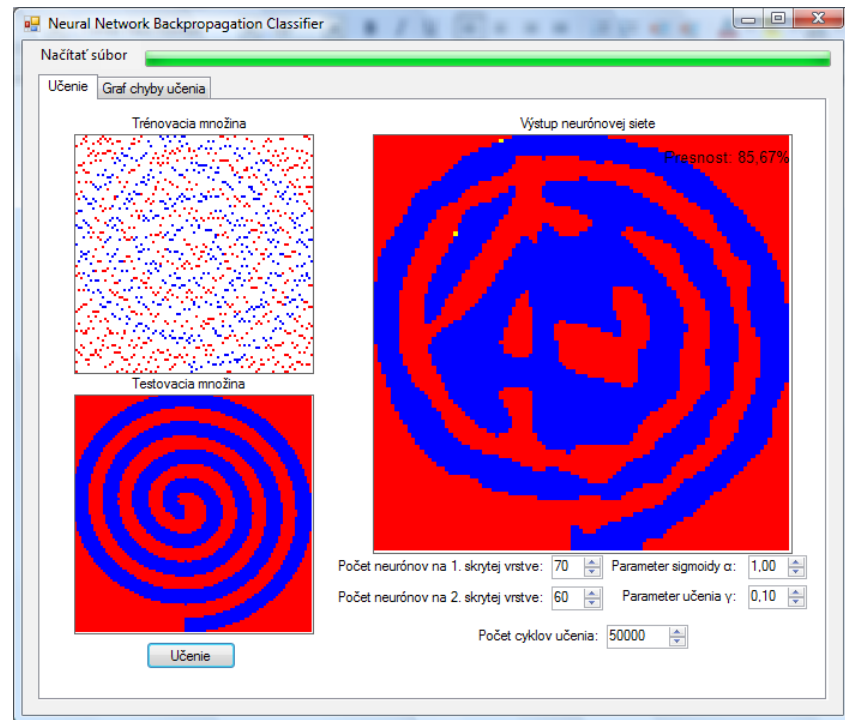
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 524

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 2

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 475

Presnosť klasifikácie: 85,24%

Konečná hodnota chyby: 0,581



5. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 50 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 80

Počty neurónov na 2. vrstve: 70

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 001

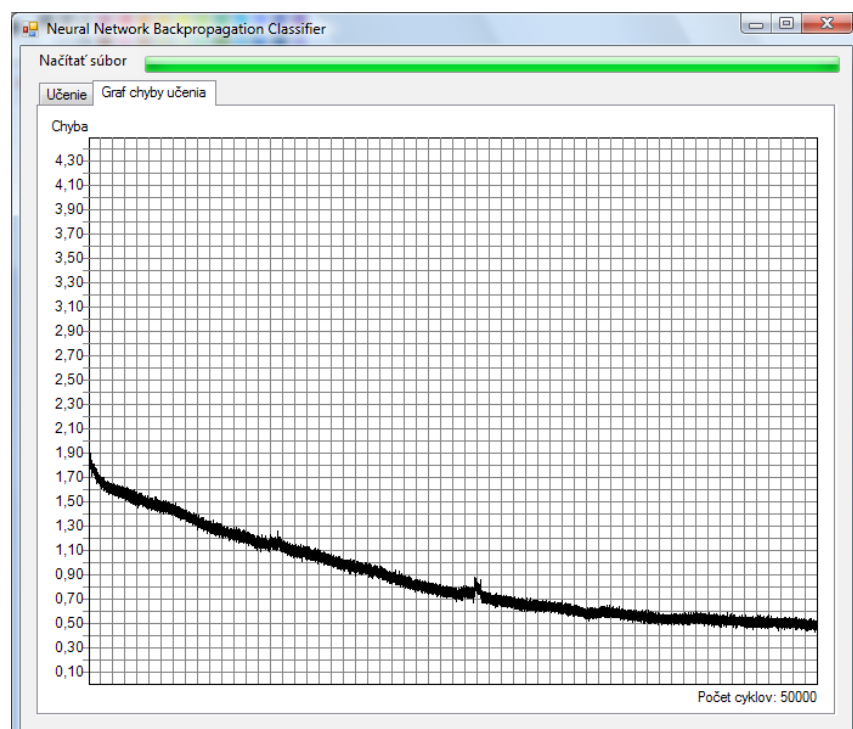
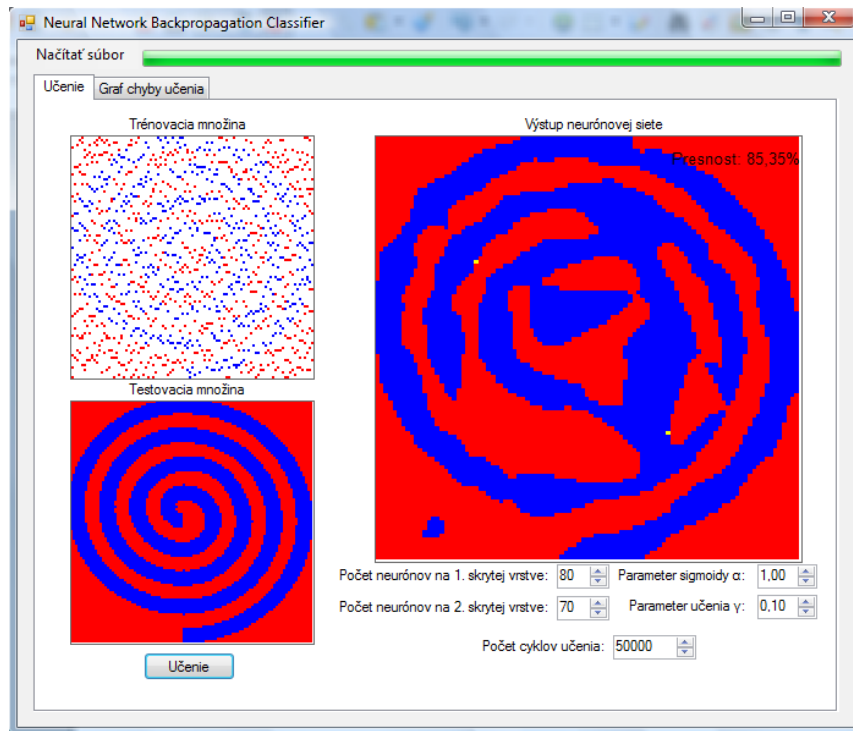
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 492

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 3

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 506

Presnosť klasifikácie: 84,93%

Konečná hodnota chyby: 0,491



6. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 50 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 90

Počty neurónov na 2. vrstve: 80

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,1

Počet testovaných vzoriek: 10 001

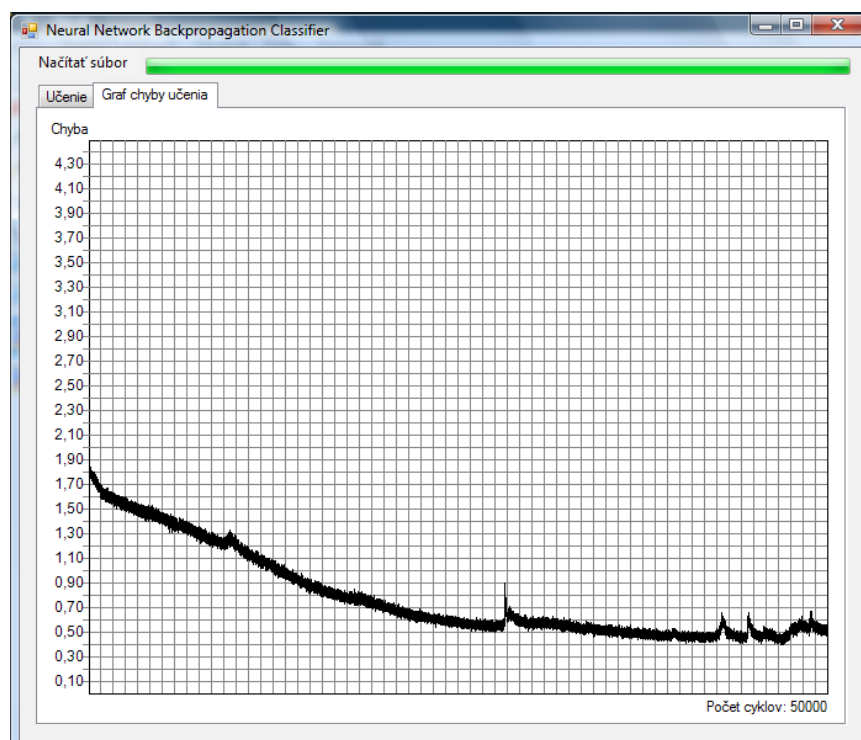
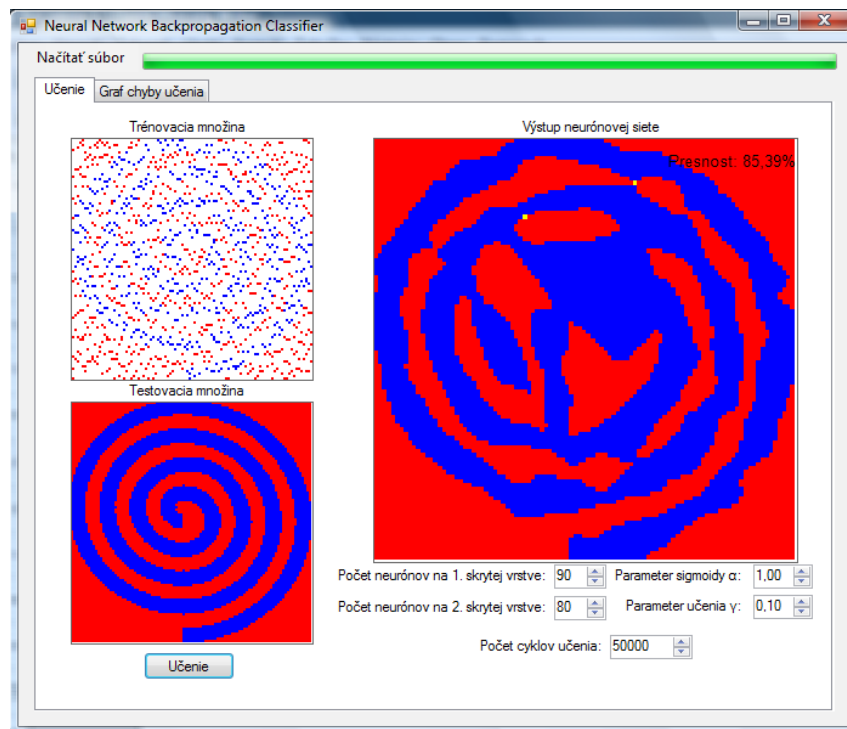
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 496

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 2

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 503

Presnosť klasifikácie: 84,96%

Konečná hodnota chyby: 0,509



7. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 70 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 80

Počty neurónov na 2. vrstve: 70

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,5

Počet testovaných vzoriek: 10 001

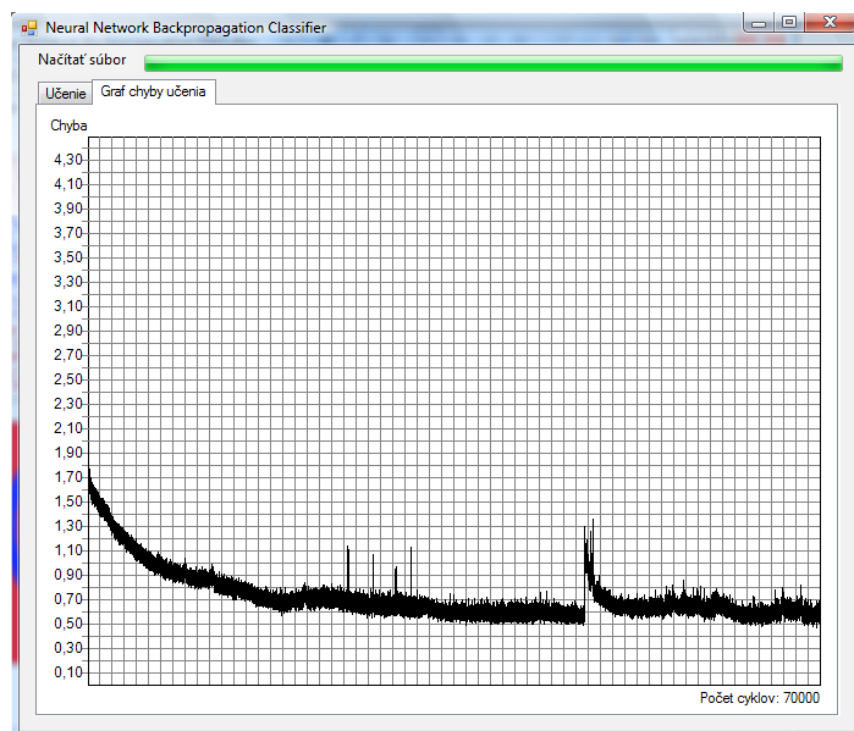
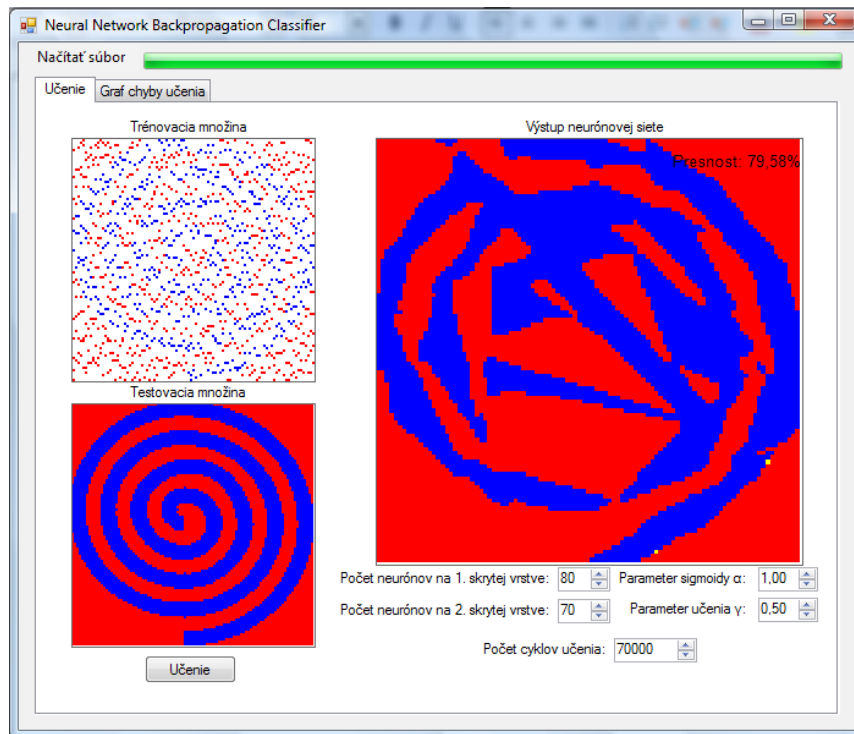
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 7 907

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 25

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 2 069

Presnosť klasifikácie: 79,19%

Konečná hodnota chyby: 0,638



8. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 100 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 100

Počty neurónov na 2. vrstve: 100

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,05

Počet testovaných vzoriek: 10 001

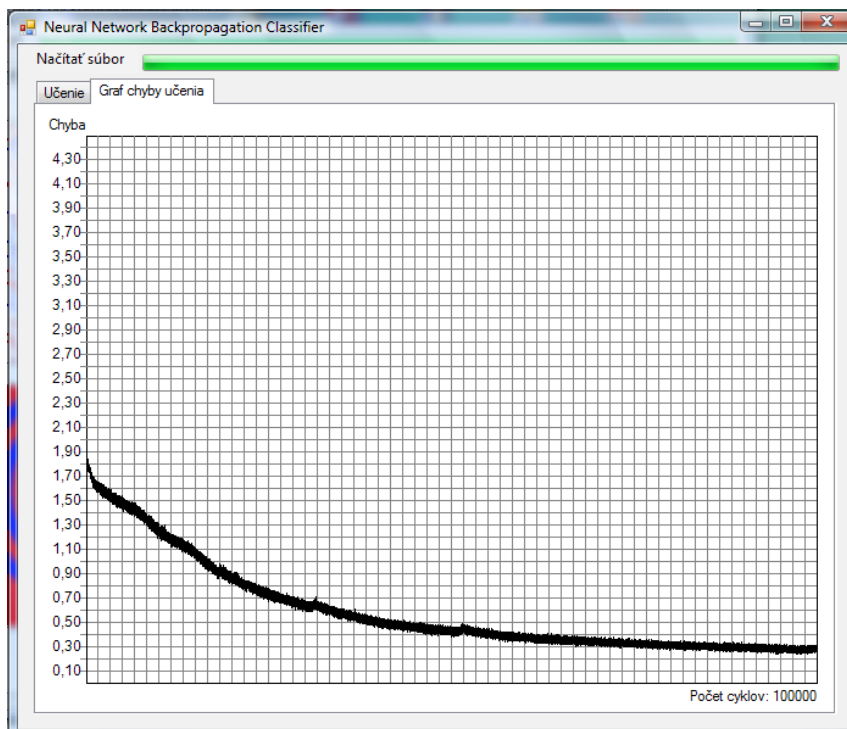
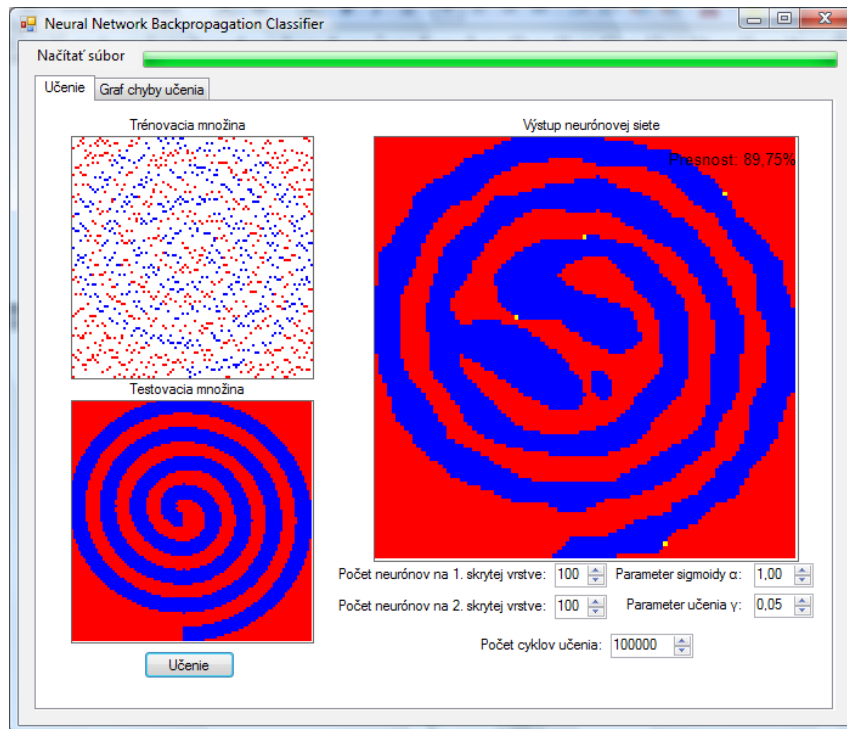
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 928

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 6

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 067

Presnosť klasifikácie: 89,30%

Konečná hodnota chyby: 0,279



9. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 100 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 90

Počty neurónov na 2. vrstve: 80

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,02

Počet testovaných vzoriek: 10 001

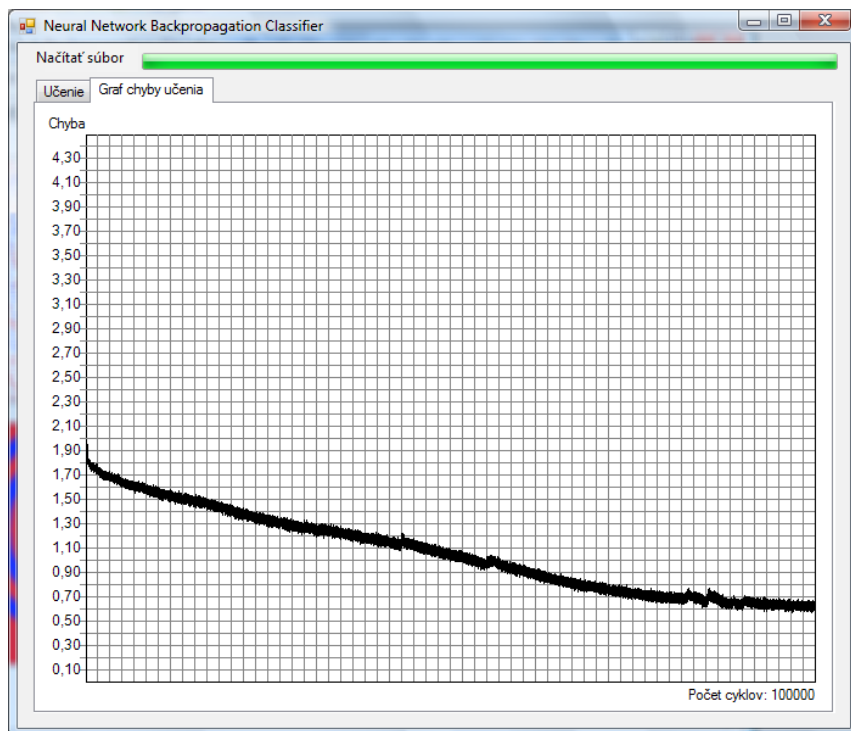
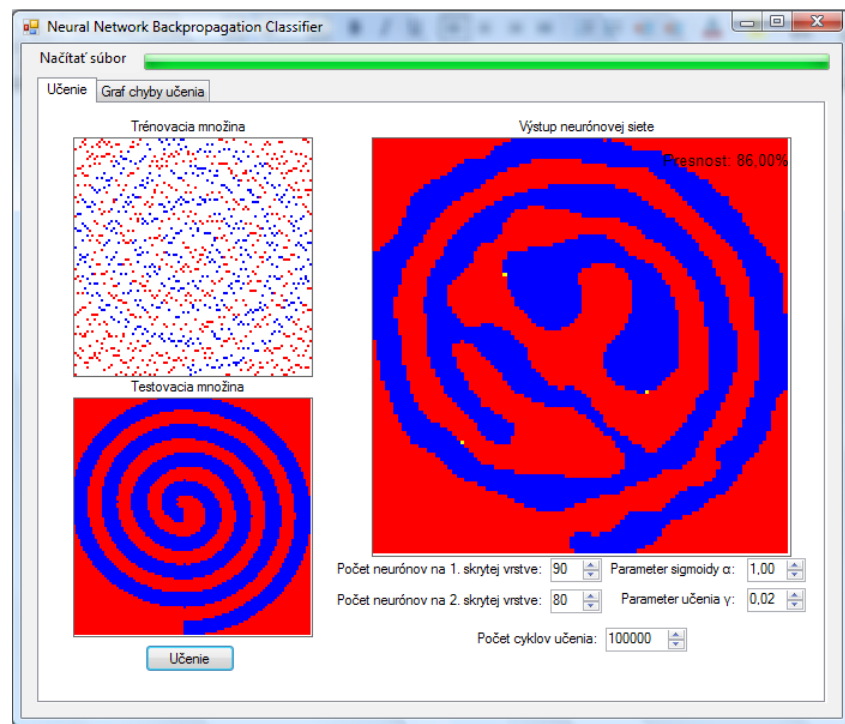
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 555

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 5

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 441

Presnosť klasifikácie: 85,57%

Konečná hodnota chyby: 0,633



10. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 100 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 100

Počty neurónov na 2. vrstve: 100

Parameter sigmoidy α : 0,80

Parameter učenia γ : 0,10

Počet testovaných vzoriek: 10 001

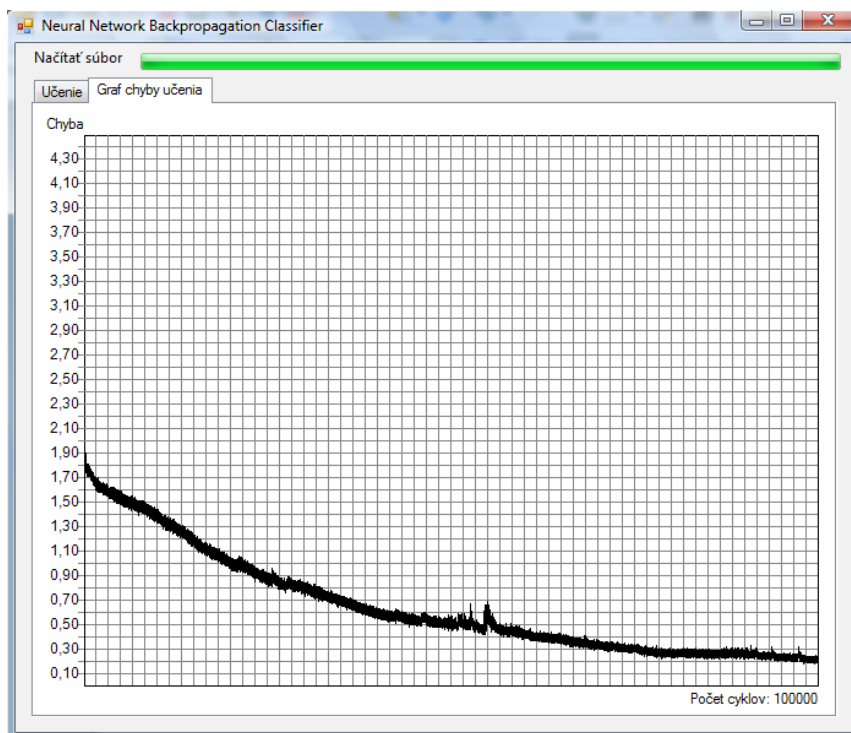
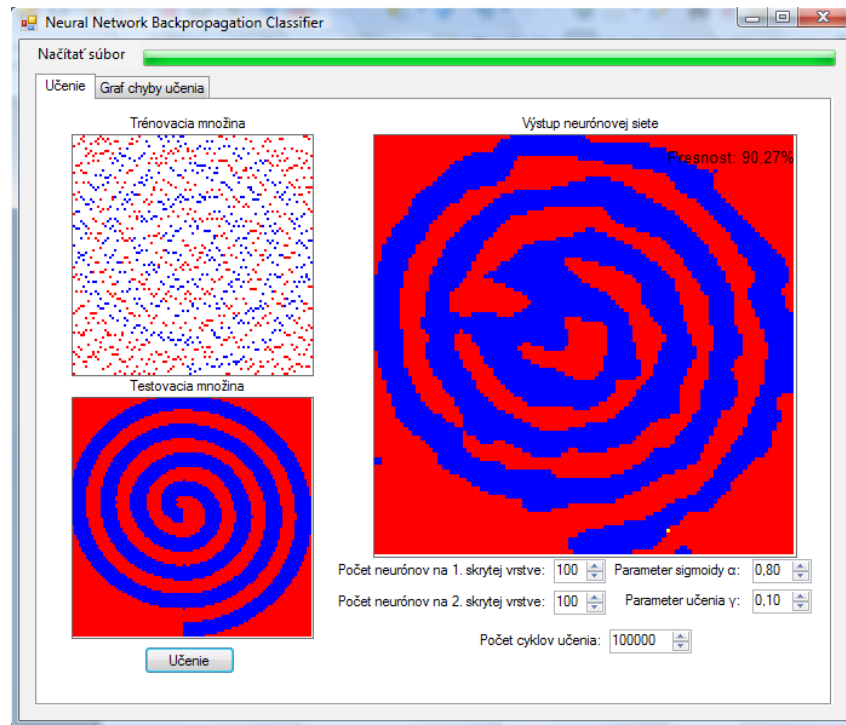
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 8 982

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 1

Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 1 018

Presnosť klasifikácie: 89,82%

Konečná hodnota chyby: 0,222



11. Experiment – Špirála

Počet cyklov učenia: 100 000

Počty neurónov na 1. vrstve: 100

Počty neurónov na 2. vrstve: 100

Parameter sigmoidy α : 1

Parameter učenia γ : 0,10

Počet testovaných vzoriek: 10 001

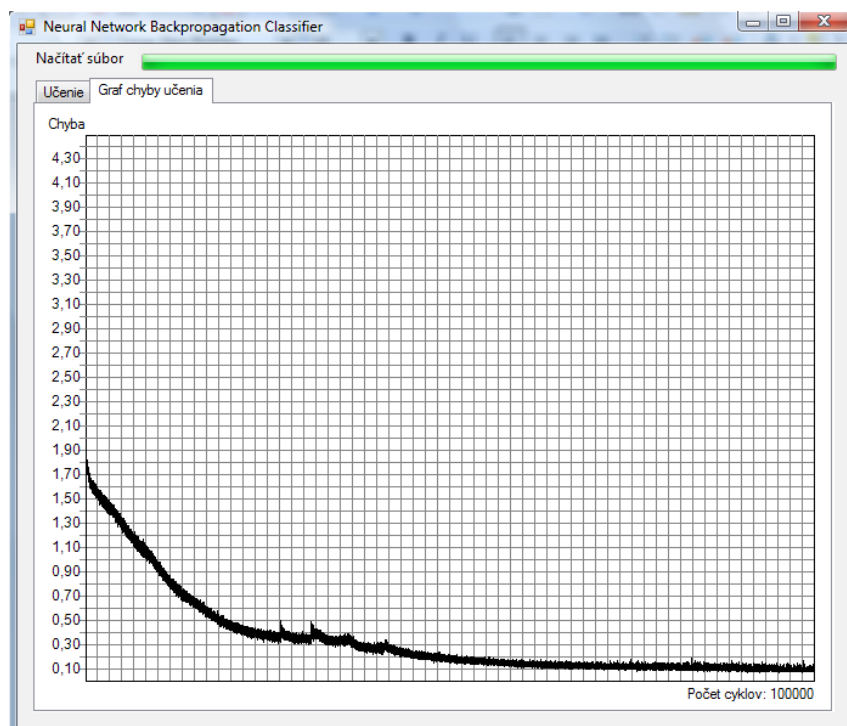
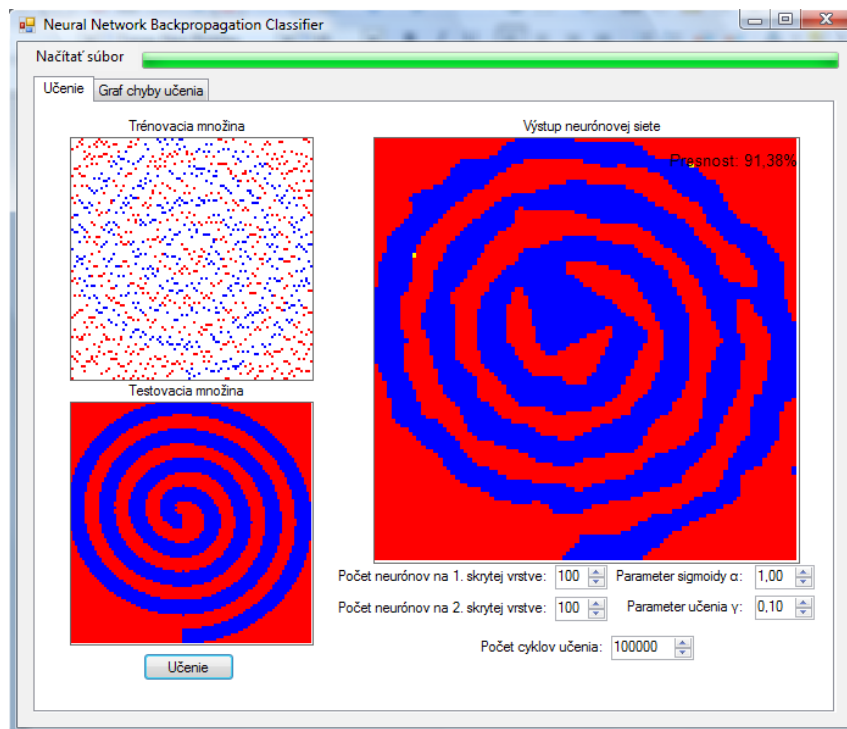
Počet správne klasifikovaných vzoriek: 9 092

Počet čiastočne správne klasifikovaných vzoriek: 2

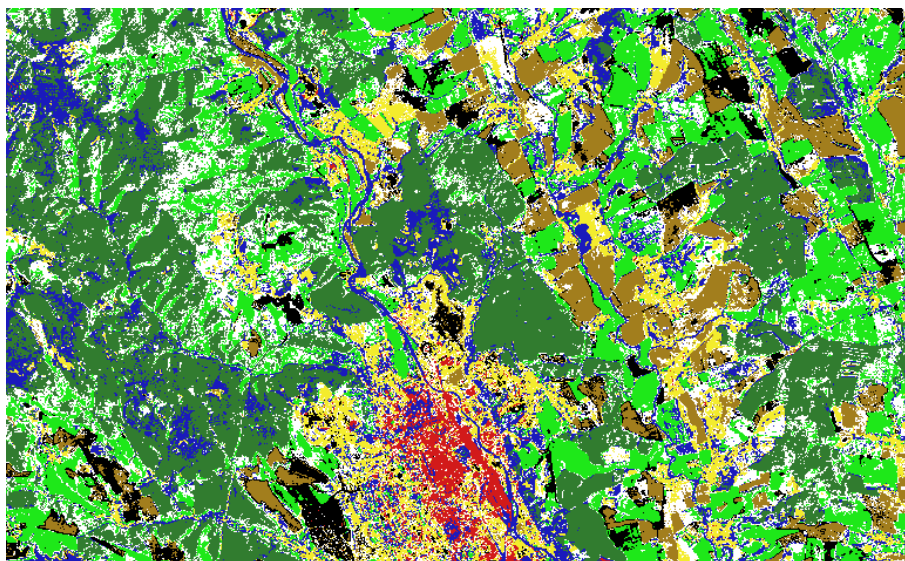
Počet nesprávne klasifikovaných vzoriek: 907

Presnosť klasifikácie: 90,92%

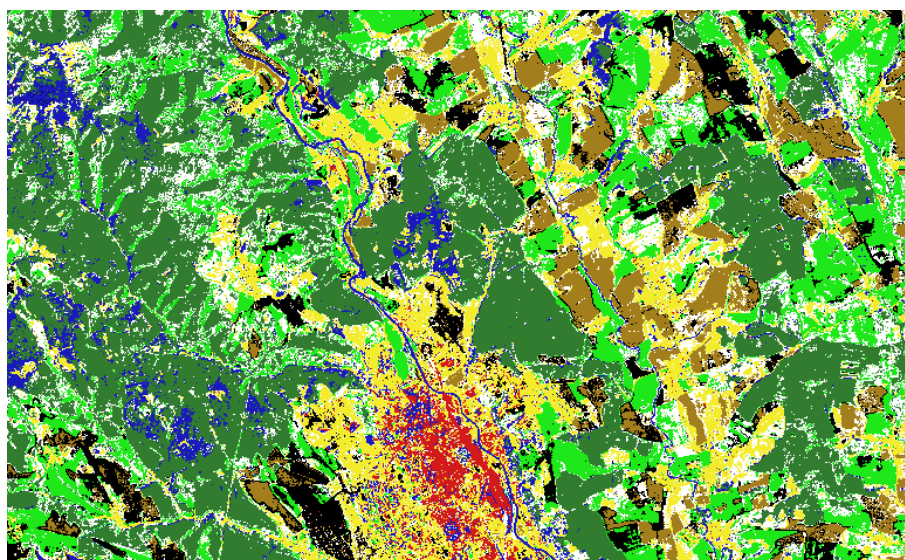
Konečná hodnota chyby: 0,116



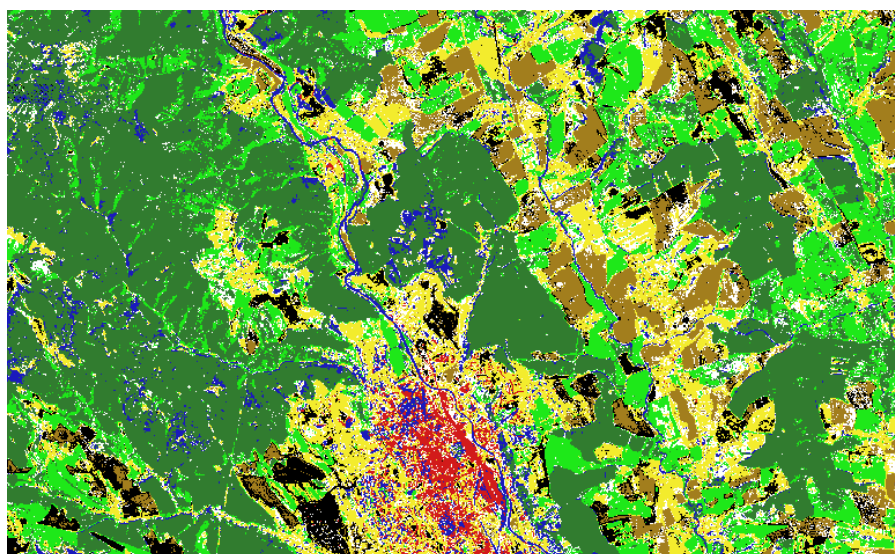
Experimenty (Košické dáta)



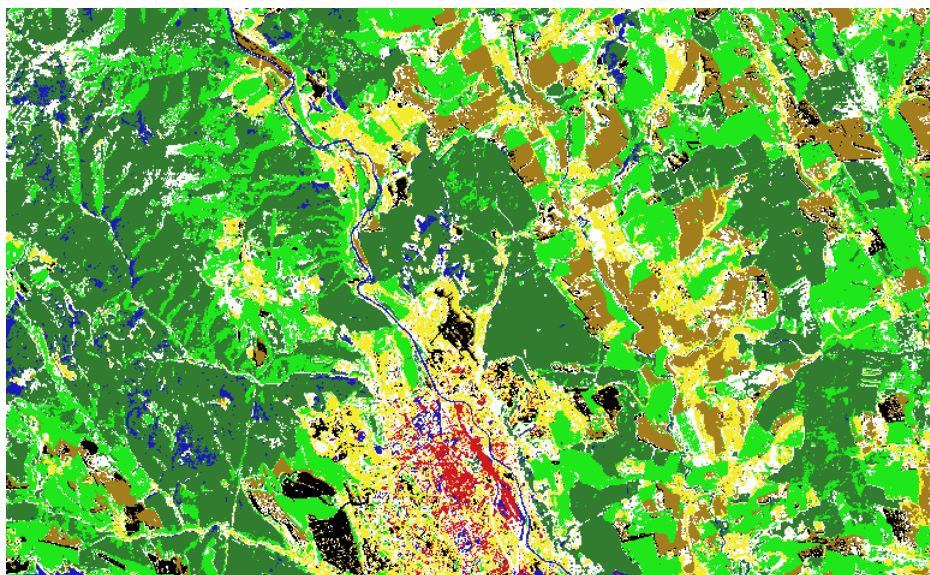
100x90 neurónov, 10 000 cyklov učenia



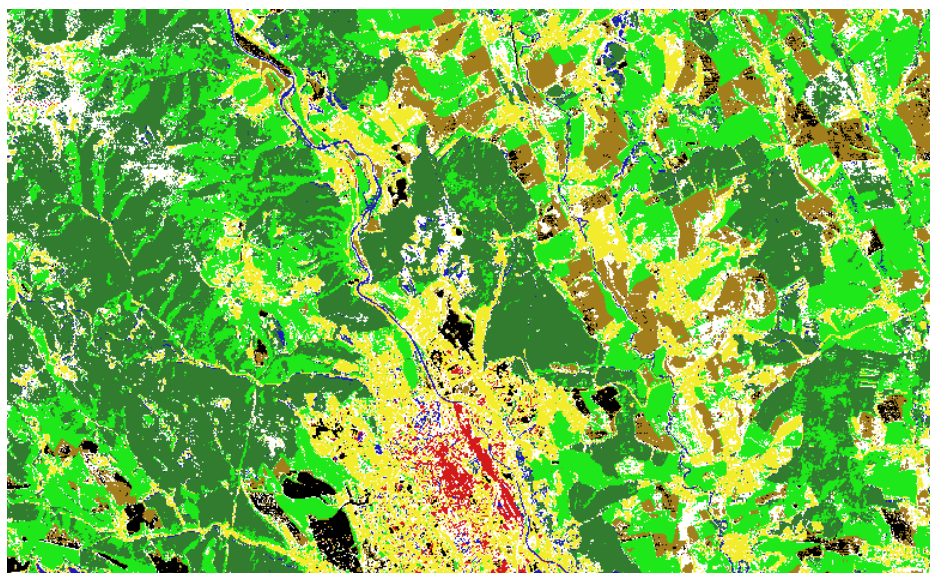
50x40 neurónov, 10 000 cyklov učenia



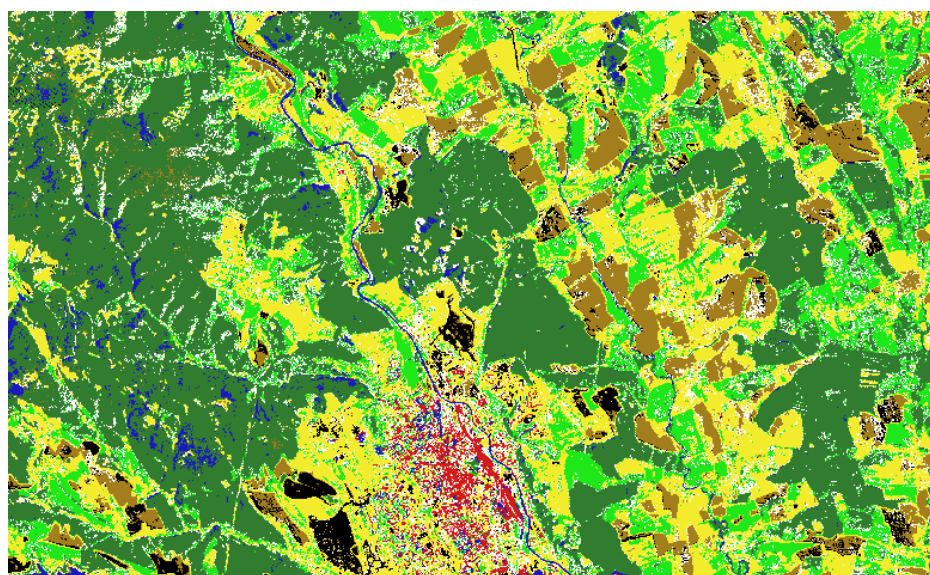
20x10 neurónov, 10 000 cyklov učenia



20x10 neurónov, 1 000 cyklov učenia



10x8 neurónov, 10 000 cyklov učenia



9x7 neurónov, 50 000 cyklov učenia

Záver

Učenie neurónovej siete na klasifikáciu kruhu nebolo veľmi náročné na nastavenie siete. Prvý experiment bol realizovaný s 20 neurónmi na 1. skrytej vrstve a 10 na 2. skrytej vrstve pri 1 000 cykloch učenia. Presnosť klasifikácie dosiahla 98%. Pri druhom experimente som orezal počty neurónov na 10 a 5 a počet cyklov učenia som zvýšil na 5000. Sieť dosiahla aj po tomto orezaní presnosť klasifikácie 95%.

Učenie siete na špirále bolo oveľa náročnejšie na výšku požadovaných parametrov siete. Sieť ani pri 80 neurónoch na oboch vrstvách a 50 000 cykloch učenia nedosahovala uspokojivé výsledky (presnosť menej ako 85%). Najlepšie výsledky boli dosiahnuté pri 100 000 cykloch učenia, učiacom parametri o hodnote 0,1 a 100 neurónoch na oboch vrstvách, kde sa presnosť klasifikácie pohybovala až na úrovni 91% a výsledná vzorka výrazne pripomínala testovacie dáta.

Je možné, že pri vyššom počte neurónov by sa presnosť klasifikácie ešte zvýšila, ale to by bolo potrebné zmeniť rozsah hodnôt podporovaných programom, keďže súčasné maximum 100 neurónov a 100 000 cyklov učenia, ktoré som pri návrhu programu považoval za úplne postačujúce, sa nakoniec v praxi javí ako obmedzujúce.

Pri experimente s košickými dátami bolo naopak zaujímavé, že aj napriek väčšiemu vektoru vstupov aj výstupov, najlepšie vyzerali výsledky pri pokusoch s menším počtom neurónov.