



## Neuralne mreže (13S053NM) - Prvi projektni zadatak

### 1. [2] Rešavanje problema regresije primenom neuralne mreže

Kreirati neuralnu mrežu koja će služiti za predikciju funkcije  $h(x) = A\sin(2\pi f_1 x) + B\sin(2\pi f_2 x)$ . Ulaz u neuralnu mrežu je  $x$ , dok se izlaz dobija estimacijom  $y(x) = h(x) + s(x)$ ,  $s(x)$  predstavlja slučajan šum standardne devijacije  $std = 0.2 \cdot \min(A, B)$ . Opseg ulaza  $x$  izabrati tako da se vide bar tri periode funkcije  $h(x)$ .

- Na istom grafiku prikazati funkcije  $h(x)$  i  $y(x)$ .
- Kreirati neuralnu mrežu koje će na adekvatan način izvršiti predikciju funkcije  $h(x)$ . Aktivacione funkcije izabrati po želji.
- Obučiti neuralnu mrežu i prikazati krivu performanse neuralne mreže u zavisnosti od epohe treniranja, kao i regresionu krivu dobijenu tokom obučavanja. **Isključiti** zaštitu od preobučavanja.
- Na istom grafiku prikazati funkciju  $y(x)$  i predikciju neuralne mreže na celom skupu podataka  $x$ . Objasniti dobijene rezultate.

### 2. [4] Rešavanje problema klasifikacije primenom neuralne mreže

Kreirati neuralnu mrežu koja će služiti za klasifikaciju veštački generisanih podataka. Data je *.mat* datoteka koja sadrži podatke koje treba klasifikovati primenom *feedforward* neuralne mreže. Prve dve kolone sadrže obeležja, dok je u trećoj koloni označena pripadnost klasi.

- Vizualizovati podatke po klasama.
- Izvršiti podelu podataka na trening i test skup. Obrazložiti zašto je podela podataka bitna, kao i način podele.
- Kreirati tri neuralne mreže koje će imati različite arhitekture: prva koja na optimalan način klasifikuje podatke, druga koja dovodi do efekta preobučavanja (*overfitting*) i treća koja ne može da isprati dinamiku podataka (*underfitting*). Aktivacione funkcije izabrati po želji.
- Za svaku arhitekturu definisati **iste** parametre treniranja (broj epoha, vreme treniranja, maksimalna dozvoljna greška). Takođe, **isključiti** bilo kakav vid zaštite od preobučavanja (rano zaustavljanje primenom validacionog skupa, regularizacija...).
- Obučiti kreirane neuralne mreže i prikazati krivu performanse neuralne mreže u zavisnosti od epohe treniranja.
- Izvršiti testiranje neuralne mreže i prikazati konfuzione matrice i za **trening** skup i za **test** skup. Izračunati parametre preciznost (*precision*) i osetljivost (*recall*) za klasu 1.
- Prikazati granicu odlučivanja obučanih neuralnih mreža. Komentarisati dobijene granice odlučivanja.

### 3. [7] Traženje optimalnih hiperparametara primenom metode unakrsne validacije

Naći nabolje hiperparametre neuralne mreže koja služi za klasifikaciju realnih podataka. Data je datoteka sa podacima koje treba klasifikovati.

- Opisati problem koji se rešava. Na grafiku prikazati koliko svaka od klasa ima odbiraka. Obrazložiti da li su podaci balansirani.
- Odvojiti podatke za treniranje i testiranje neuralne mreže. Objasniti kako je izvršena podela podataka.
- Implementirati metodu unakrsne validacije za pronalaženje najboljih hiperparametara modela. U obzir uzeti: strukturu neuralne mreže, funkcije aktivacije, koeficijent regularizacije, koeficijent težinskih faktora. Navesti koje vrednosti hiperparametara su uzete u obzir i obrazložiti izbor. Objasniti izbor mere performanse prema kojoj se ova procedura izvršava.
- Navesti vrednosti optimalnih hiperparametara.
- Na osnovu prethodno odabranih hiperparametara obučiti neuralnu mrežu i prikazati krivu performanse neuralne mreže u zavisnosti od epohe treniranja.
- Izbršiti testiranje obučene neuralne mreže i prikazati matrice konfuzije i za trening i za test skup. Izračunati preciznost (*precision*) i osetljivost (*recall*) za klasu od interesa. Komentarisati vrednosti ovih parametara.

## Varijante ulaznih skupova

Projektni zadaci se rade **u paru**. Izveštaj i kodove poslati na `novicic@etf.rs` pod naslovom „SI3NM\_pr1 Ime1 Prezime1, Ime2 Prezime2“ najkasnije dva dana pred odbranu. Izveštaj treba da sadrži sve tražene grafike, kao i objašnjenja pojedinih zahteva i rezultata.

Studenti sa brojevima indeksa  $B_1B_1B_1B_1/G_1G_1G_1G_1$  i  $B_2B_2B_2B_2/G_2G_2G_2G_2$  rade ovaj projektni zadatak sa parametrima:

$$\begin{aligned}A &= \text{mod}(B_1B_1B_1B_1 + G_1G_1G_1G_1, 7) + 1 \\B &= \text{mod}(B_2B_2B_2B_2 + G_2G_2G_2G_2, 4) + 3 \\f_1 &= 5 \cdot (\text{mod}(B_1 + B_1 + B_1 + B_1, 4) + 1) \\f_2 &= 3 \cdot (\text{mod}(B_2 + B_2 + B_2 + B_2, 4) + 1) \\P &= \text{mod}(B_1B_1B_1B_1 + B_2B_2B_2B_2, 3) + 1 \\Q &= \text{mod}(B_1 + B_1 + B_1 + B_1 + B_2 + B_2 + B_2 + B_2, 8) + 1\end{aligned}$$

gde  $\text{mod}(a, b)$  označava  $a$  po modulu  $b$ . Na početnoj strani izveštaja navesti dobijene parametre.

P	Set podataka
1	dataset1
2	dataset2
3	dataset3

Tabela 1: Podaci za drugi zadatak

Q	Set podataka
1	<i>Abalone</i>
2	<i>Connect</i>
3	<i>Nursery</i>
4	<i>Chess</i>
5	<i>LetterRecognition</i>
6	<i>Wine - red</i>
7	<i>PenDigits</i>
8	<i>Wine - white</i>

Tabela 2: Podaci za treći zadatak

Odbrana projekta vezanog za **neuralne mreže** će biti organizovana **samo** u januarskom ispitnom roku u terminu koji će naknadno biti objavljen.