

Ćwiczenie SNR

Zastosowanie sieci neuronowo-rozmytej do predykcji chaotycznych szeregów czasowych

Część teoretyczna

Wykład 11: Systemy neuronowo-rozmyte.

Zadania pomocnicze

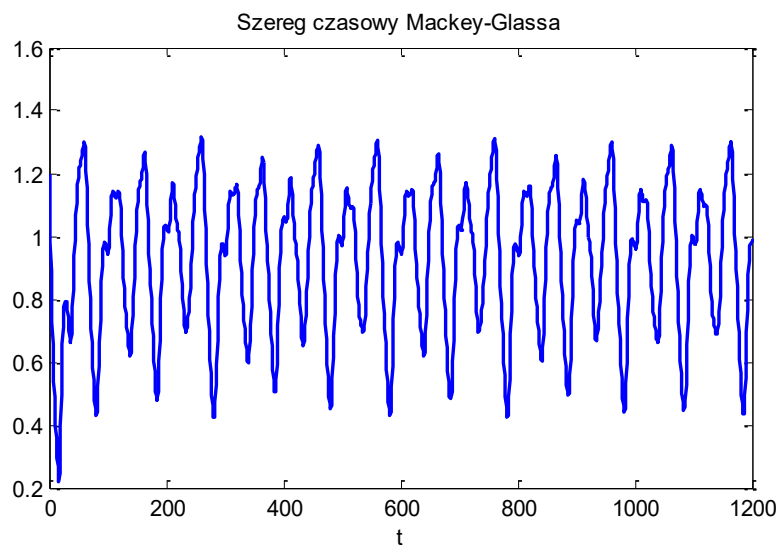
1. Zapoznaj się z narzędziem `anfisedit` w Matlabie.
2. Zapoznaj się z funkcjami `anfis`, `genfis1`, `plotmf` w Matlabie.

Zadania do wykonania

Zaprojektuj sieć neuronowo-rozmytą (model ANFIS) do predykcji chaotycznego szeregu czasowego wygenerowanego przez równanie Mickey-Glassa:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{0.2x(t-\tau)}{1+x^{10}(t-\tau)} - 0.1x(t)$$

gdzie: $x(0) = 1.2$, $\tau = 17$, and $x(t) = 0$ dla $t < 0$



W predykcji szeregów czasowych przewidujemy wartość wyrazu $x(t+h)$ na podstawie wartości wyrazów, które leżą wcześniej. Załóżmy, że znany jest szereg czasowy do chwili t , a my chcemy przewidzieć jaka będzie jego wartość w chwili $t+h$. Tworzymy uczący się system prognostyczny, który na podstawie wyrazów leżących przed chwilą t , zaprognozuje $x(t+h)$. Przykłady uczące będą zawierać jako atrybuty D wyrazów szeregu próbkowanych co Δ jednostek czasu: $x(t-(D-1)\Delta)$, $x(t-(D-2)\Delta)$, ..., $x(t-\Delta)$, $x(t)$. Etykiety przykładów zawierają wyraz $x(t+h)$. Np. dla $D = 4$ i $\Delta = h = 6$ otrzymamy przykłady:

$$\mathbf{x}(t) = [x(t-18) \ x(t-12) \ x(t-6) \ x(t)]$$

z etykietami $y(t) = x(t+h)$.

Podstawiając za t różne wartości, otrzymamy zbiór przykładów. Takie przykłady podaje się na wejście modelu ANFIS, oczekując na wyjściu $y(t)$. Czyli system uczy się odwzorowania $x \rightarrow y$ lub inaczej pewnej funkcji $f(x)$.

Przyjmijmy, że w szeregu czasowym Mickey-Glassa t przyjmuje kolejne wartości całkowite z zakresu od 118 do 1117. Otrzymamy w ten sposób 1000 przykładów. Użyjmy pierwszych 600 przykładów do uczenia sieci neuronowo-rozmytej, a pozostałych 400 przykładów do testu.

1. Wczytaj zbiór danych:

```
load mgdata.dat %wczytanie danych - szereg czasowy o długości 1200
                  elementów
time = mgdata(:, 1); %czas
x = mgdata(:, 2); %wyraży szeregu
rand('state',nr_gr*r_k);
x = x + rand*0.1-0.05; %modyfikacja danych
```

gdzie za `nr_gr` wstaw numer swojej sekcji a za `r_k` aktualny rok kalendarzowy.

Podejrzuj zmienne. Narysuj szereg czasowy $x = f(t)$.

2. Przygotuj przykłady, rozdziel je na uczące i testowe:

```
for t=118:1117
    X(t-117,:)=[x(t-18) x(t-12) x(t-6) x(t)];
    Y(t-117)=x(t+6);
end

X_trn=X(1:600, :);
Y_trn=Y(1:600)';
X_tst=X(601:end, :);
Y_tst=Y(601:end)';
```

3. Wyznacz startowe wartości parametrów przesłanek dzieląc równomiernie zakresy poszczególnych składowych wektorów X_{trn} (patrz slajd 15 wykładu 11):

```
fismat = genfis1([X_trn Y_trn]);
```

gdzie zmienna `fismat` przechowuje model ANFIS ze startowymi wartościami parametrów.

Narysuj funkcje przynależności:

```
figure(2)
subplot(2,2,1)
plotmf(fismat, 'input', 1)
subplot(2,2,2)
plotmf(fismat, 'input', 2)
subplot(2,2,3)
plotmf(fismat, 'input', 3)
subplot(2,2,4)
plotmf(fismat, 'input', 4)
```

4. Przeprowadź uczenie sieci:

```
fismat1 = anfis([X_trn Y_trn],fismat);
```

Narysuj funkcje przynależności modelu nauczonego `fismat1`, korzystając z instrukcji j.w.

5. Przeprowadź symulacje działania modelu na danych uczących i testowych:

```
figure(6)
yr = evalfis([X_trn], fismat1);
index = 125:724;
```

```
subplot(211), plot(time(index), [x(index) yr]);
xlabel('t');
title('Oryginalny i zaprognozowany szereg czasowy - część treningowa');
subplot(212), plot(time(index), x(index) - yr);
xlabel('t');
br=mse(x(index) - yr);
title(['Błąd treningowy predykcji: MSE=' num2str(br)]);

figure(7)
ys = evalfis([X_tst], fismat1);
index = 725:1124;
subplot(211), plot(time(index), [x(index) ys]);
xlabel('t');
title('Oryginalny i zaprognozowany szereg czasowy - część testowa');
subplot(212), plot(time(index), x(index) - ys);
xlabel('t');
bs=mse(x(index) - ys);
title(['Błąd testowy predykcji: MSE=' num2str(bs)]);
```

Porównaj wykresy i błędy prognoz.

6. Zbadaj błędy prognozy w zależności od jej horyzontu h . Wykreśl zależność błędu od $h = 1, 2, \dots, 30$.
7. Sprawdź jak działa sieć przy innych postaciach funkcji przynależności (zmień wartość parametru `inmftype` funkcji `genfis1`) i przy różnej liczbie funkcji przynależności (zmień wartość parametru `numMFs` funkcji `genfis1`). Przedstaw wyniki dla kilku wariantów ustawień.

Co powinno znaleźć się w sprawozdaniu

- A) Cel ćwiczenia.
- B) Treść zadania.
- C) Opis sieci neuronowo-rozmytych (nie kopiuj treści wykładu, poszukaj w literaturze i Internecie).
- D) Metodyka rozwiązania – opis realizacji kolejnych punktów zadania j.w. z wynikami, wykresami i komentarzem.
- E) Wnioski końcowe.

Zadania dodatkowe dla ambitnych

1. Rozwiąż to samo zadanie za pomocą wielowarstwowego perceptronu.
2. Zamodeluj system neuronowo-rozmyty i rozwiąż to samo zadanie w innym środowisku.
3. Użyj modelu ANFIS do zadania aproksymacji funkcji – ćwiczenie WPA.

Przykładowe zagadnienia i pytania zaliczeniowe

1. System neuronowo-rozmyty Mamdaniego.
2. System neuronowo-rozmyty typu TSK.
3. Algorytm hybrydowy uczenia modelu TSK.
4. Materiał ze sprawozdania.

Do przygotowania na następne zajęcia

1. Zapoznać się z instrukcją do kolejnego ćwiczenia.
2. Zapoznać się z częścią teoretyczną do kolejnego ćwiczenia.
3. Wykonać zadania pomocnicze do kolejnego ćwiczenia.