Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska

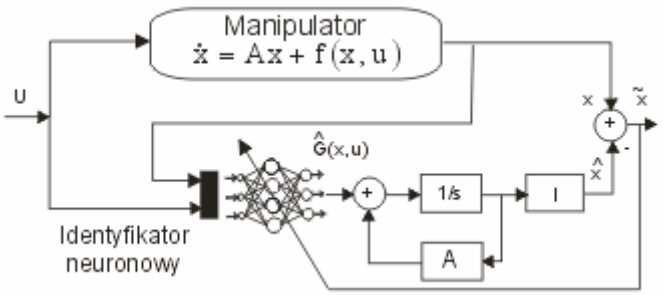
LABORATORIUM
METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Laboratorium nr 8

Temat: **Neuronowy identyfikator stanu**

Celem laboratorium jest zapoznanie się z metodami neuronowego modelowania układów dynamicznych z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych (SN). Do aproksymacji funkcji nieliniowych modelowanego obiektu należy zastosować ***funkcje sigmoidalne*** .

Zadanie proste dynamiki układu dynamicznego opisanego równaniem różniczkowym drugiego rzędu, w strukturze szeregowego neuronowego identyfikatora (emulatora), pokazanego na rys. 1.



Rys.1. Schemat układu identyfikacji w strukturze szeregowej

rozumianego jako układ identyfikacji z pełnym dostępem wektora stanu analizowanego obiektu opisanego w postaci

$$\boldsymbol{M}(\boldsymbol{y})\ddot{\boldsymbol{y}} + \boldsymbol{C}(\dot{\boldsymbol{y}}, \boldsymbol{y})\dot{\boldsymbol{y}} + \boldsymbol{G}(\boldsymbol{y}) = \boldsymbol{u}\,, \tag{1}$$

gdzie **M(.)**, **C(.)** oraz **G(.)** to nieznane macierze, **u** jest wektorem sterowań.

1. Synteza szeregowego neuronowego emulatora

Przyjmując zmienne fazowe, przedstawmy dynamiczne równanie ruchu (1) w przestrzeni stanu

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u})\,, \qquad \boldsymbol{x}(0)=\boldsymbol{x}_0, \tag{2}$$

gdzie $\boldsymbol{x}$ jest wektorem stanu a $\boldsymbol{f}(.)$ wektorem nieznanych funkcji, wynikających z przekształcenia równania (1) do postaci (2). Funkcje znajdujące się w wektorze $\boldsymbol{f}(.)$ będziemy aproksymować siecią neuronową. Dodając i odejmując wektor $\boldsymbol{Ax}$ od (2) otrzymamy

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{G}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u})\,, \tag{3}$$

gdzie $\boldsymbol{G}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u}) = \boldsymbol{f}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{u}) - \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}$ i $\boldsymbol{A}$ jest macierzą Hurwitz'a. Postępując według procedury podanej na wykładzie, należy zrealizować następujące zadania.

2. Zadania do wykonania

Wyznaczyć neuronowy identyfikator oraz przeprowadzić badania symulacyjne dla wymuszenia u(t)=1(t). Zbudować model emulatora z zastosowaniem SN RVFL, dla obiektu dynamicznego opisanego równaniem:

a) $b_2\ddot{y} + b_0 \cos y = u$,

b) $b_2\ddot{y} + b_1\dot{y} + b_0 \cos y = u$,

c) $b_2\ddot{y} + b_1\dot{y}^2 = u$,

d) $b_2\ddot{y} + b_0 \sin y = u$,

e) $b_2\ddot{y}+b_1\dot{y}+b_0 cosy = u$,

f) $b_2\ddot{y}+b_1\dot{y}^2+b_0\dot{y} = u$,

g) $b_2\ddot{y}+b_1\dot{y}^2+sin(b_0\dot{y}) = u$,

h) $b_2\ddot{y}+b_1\dot{y}^2+b_0 cosy = u$,

dla współczynników b_2, b_1, b_0, których wartości podano w tab. 1. Przykład opisu obiektu dynamicznego należy dobrać zgodnie z nr zespołu.

Tab. 1. Współczynniki b_2, b_1, b_0 układu dynamicznego dla poszczególnych zespołów

nr zespołu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
b_2	2	1	1	3	2	1	2.5	2
b_1	0	2	3	0	4	3	3.5	4
b_0	1	3	0	2	1	2	5	1

Parametry SN dla poszczególnych zespołów przedstawiono w tab. 2, pozostałe dobrać dowolnie.

Tab. 2. Parametry SN dla poszczególnych zespołów

nr zespołu	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$m=l_{neur}$	6	7	5	8	9	10	12	6

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Wstęp teoretyczny
   - podstawowe wiadomości na temat zastosowanego neuronowego identyfikatora w strukturze szeregowej,
   - podstawowe wiadomości na temat zastosowanych SN.

2. Przebieg ćwiczenia
   a) symulacje procesu identyfikacji bez zakłócenia,
   b) symulacje procesu identyfikacji z zakłóceniem parametrycznym jednego parametru $\Delta b_1 = 1$ lub $\Delta b_0 = 1$ (gdy dany parametr występuje w równaniu),
   - listing kodu Matlaba służący do wygenerowania niezbędnych danych dla SN z sigmoidalanymi bipolarnymi i unipolarnymi funkcjami aktywacji neuronów oraz parametrami niezbędnymi do uruchomienia modelu Simulinka,
   - obrazy modelu Simulinka neuronowego emulatora.
3. Wyniki symulacji , wykresy zmiennych stanu , przestrzeń stanu, wagi sieci.
4. Do ilościowej oceny jakości estymacji zadanego odwzorowania zastosować wskaźniki jakości:
   - suma kwadratów błędu ,
   - pierwiastek błędu średniokwadratowego.
5. **Wnioski**