

Лабораторна робота № 6

Гібридна нейро-нечітка система

Мета роботи: Розробка адаптивних нейро-нечітких систем ANFIS

Загальні відомості

Нечіткі нейронні мережі або гібридні мережі дозволяють об'єднати в собі переваги нейронних мереж і систем нечіткого висновку. З одного боку, вони дозволяють розробляти й представляти моделі систем у формі правил нечітких продукцій, які мають наочність і простотою змістовної інтерпретації. З іншого боку, для побудови правил нечітких продукцій використовуються методи нейронних мереж, що є більш зручним і менш трудомістким процесом для системних аналітиків.

Головна ідея, яка знаходиться в основі гібридних систем, полягає в тому, щоб використовувати існуючі вибірки даних для визначення параметрів функцій належності, які найкраще відповідають конкретній системі нечіткого виводу. При цьому для знаходження параметрів застосовуються відомі процедури навчання нейронних мереж.

Гібридна мережа являє собою багат шарову нейронну мережу спеціальної структури без зворотних зв'язків, у якій використовуються звичайні (не нечіткі) сигнали, ваги й функції активації, а виконання операції підсумовування засноване на використанні фіксованої Т-Норми, Т-Конорми або деякої іншої безперервної операції. При цьому значення входів, виходів і ваг гібридної нейронної мережі являють собою дійсні числа з відрізка $[0, 1]$.

У пакеті Fuzzy logic toolbox системи MATLAB гібридні мережі реалізовані у формі так званої адаптивної системи нейро-нечіткого виводу ANFIS. З одного боку, гібридна мережа ANFIS представляє собою нейронну мережу з єдиним виходом і декількома входами, які являють собою нечіткі лінгвістичні змінні. При цьому терми входних лінгвістичних змінних описуються стандартними для системи MATLAB функціями приналежності, а терми вихідної змінної представляються лінійною або постійною функцією приналежності. З іншого боку, гібридна мережа ANFIS представляє собою систему нечіткого виводу FIS типу Сугено нульового або першого порядку, у якій кожне із правил нечітких продукцій має постійну вагу, яка дорівнює 1.

Варіанти завдань

Існують спостереження за погодою, представлені наборами значень змінних X_1 - температура повітря, $^{\circ}\text{C}$; X_2 - вміст вологи у повітрі, %; Y - кількість опадів, мм/см². Відомо, що параметр Y залежить від параметрів X_1 та X_2 , але не відомо як. Треба побудувати нейро-нечітку апроксимацію залежності $Y(X_1, X_2)$ за даними спостережень, представленими у вигляді таблиці (навчальна вибірка). Для перевірки апроксимаційних властивостей

нейро-нечіткої моделі використовується тестову вибірка, представлена у таблиці.

Порядок виконання роботи.

1. Для предметної області, отриманої в якості індивідуального завдання, підготувати файл із навчальними даними з розширенням *.dat.
2. Завантажити файл із навчальними даними в редактор ANFIS.
3. Згенерувати структуру системи нечіткого висновку FIS типу Сугено
4. Виконати навчання нейро-нечіткої мережі, попередньо задавши параметри навчання
5. Перевірити адекватність побудованої нечіткої моделі гібридної мережі на тестовій вибірці.
6. Проаналізувати отримані результати.

Варіант 1.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y
25	76	2.3	15	0.86	0.9
27	79	2.2	25	0.47	2.5
23.5	91	1.8	26	0.57	2.6
15	89	1.2	15	0.98	0.9
14.5	79	1.0	13.5	0.68	0.9
17	61	1.4	16.5	0.93	1.6
20	96	2.0	19.5	0.67	1.9
23	89	2.0	22	0.58	2.1
26.5	57	2.6	25	0.82	2.0
29	59	2.7	28	0.86	2.8

Варіант 2.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X_1	X_2	Y	X_1	X_2	Y
25	76	1.7	15	0.86	1.9
27	55	2.2	25	0.47	2.1
23.5	91	1.8	26	0.57	2.6
18	89	1.2	15	0.98	0.9
14.5	79	1.0	13.5	0.68	0.9
17	61	1.4	16.5	0.77	1.6
20	96	2.6	17.3	0.67	1.3
23	80	2.0	22	0.58	2.1
19.5	57	2.6	25	0.82	2.0
29	59	2.7	28	0.86	2.2

Варіант 3.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X ₁	X ₂	Y	X ₁	X ₂	Y
25	76	2.0	17	0.73	2.9
27	79	2.2	25	0.47	2.5
23.5	91	1.4	26	0.57	2.6
18	54	1.2	15	0.98	0.9
17.5	79	1.0	13.5	0.68	0.9
19	61	1.4	22.5	0.93	1.6
20	67	2.0	19.5	0.67	1.9
23	89	2.2	22	0.74	2.1
26.5	57	2.6	25	0.82	2.0
29	59	2.7	28	0.86	2.3

Варіант 4.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X ₁	X ₂	Y	X ₁	X ₂	Y
30	45	2.3	15	0.86	0.9
27	79	2.2	25	0.47	2.5
23.5	91	1.2	27	0.37	2.6
15	89	1.2	15	0.98	0.9
19.5	79	1.0	13.5	0.68	1.9
17	61	1.4	16.5	0.93	1.6
20	96	2.1	19.5	0.67	1.9
21	89	2.0	22	0.58	2.1
26.5	57	2.6	25	0.82	2.0
20	59	2.7	28	0.26	2.8

Варіант 5.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X ₁	X ₂	Y	X ₁	X ₂	Y
25	76	2.3	15	0.86	1.0
27	79	1.9	25	0.47	2.5
23.5	91	1.4	26	0.68	2.6
15	55	1.2	15	0.98	0.9
22.5	79	1.0	13.5	0.80	0.9
17	61	1.4	19.5	0.98	1.7
20	96	2.6	19.5	0.67	1.9
23	89	2.0	20	0.58	1.5
26.5	57	2.2	25	0.82	2.4
29	59	2.7	24	0.86	2.8

Варіант 6.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X ₁	X ₂	Y	X ₁	X ₂	Y
25	76	2.3	15	0.86	0.9
27.5	75	2.1	25	0.47	2.5
23	69	1.8	26	0.57	2.6
15	89	1.2	15	0.98	0.9
17	79	1.0	23	0.68	1.9
18	61	1.4	16.5	0.93	1.6
20	96	2.8	26.5	0.67	1.6
23	77	2.0	22	0.58	2.1
26.5	57	2.6	25	0.82	2.0
24	59	2.1	28	0.86	2.5

Варіант 7.

Навчаюча вибірка			Тестова вибірка		
X ₁	X ₂	Y	X ₁	X ₂	Y
22	76	2.3	15	0.86	0.9
24	81	1.7	25	0.47	2.5
21.5	91	1.8	21	0.88	2.6
15	77	1.2	15	0.98	0.9
16.7	79	1.0	13.5	0.68	0.7
19	72	1.4	29	0.93	1.6
20	88	2.0	19.5	0.67	1.4
23	89	2.0	22	0.61	2.1
24.5	57	2.6	25	0.82	2.0
27	59	2.7	28	0.74	2.1

Контрольні запитання

1. Дайте визначення нейро-нечіткої мережі.
2. Яке призначення мереж нейро-нечіткого висновку?
3. У чому переваги використання нейро-нечітких мереж?
4. Охарактеризуйте структуру нейро-нечіткої мережі.
5. Опишіть процес розробки нейро-нечіткої мережі в середовищі MATLAB.
6. Як перевірити адекватність побудованої нейро-нечіткої мережі?