

УДК 519.7

Юрченко П.Ю.¹, Нагорна Н.М.²

¹ студ. гр. БК-313м НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

АПРОКСИМАЦІЯ КІНЦЕВОЇ МНОЖИНИ ВИМІРЮВАНИХ ДАНИХ, СПОТВОРЕНИХ ШУМОМ

У каналах вимірювальних систем виникають випадкові адитивні завади, які динамічно змінюються. Такого типу завади зазвичай описуються моделлю адитивного білого гаусівського шуму з дискретним часом. Даний вид шуму притаманний багатьом вимірювальним системам, а особливо системам з радіозв'язком. Білий шум імітує ефекти багатьох природних випадкових процесів.

Характерною особливістю білого шуму є рівномірність на усіх частотах спектральна густина потужності шуму. Білий шум статистично не залежить

від корисного сигналу, що передається по каналу, а також має нормально розподілені у часі значення.

Суть представленого алгоритму апроксимації кінцевої множини вимірюваних даних полягає у використанні адаптивної нейрон-нечіткої системи для розпізнавання прийнятого корисного сигналу з адитивним білим шумом, причому потужність завади у вигляді шуму може бути більше потужності корисного сигналу.

Система апроксимує залежністю прийнятий сигнал з шумом як шумову складову сигналу. Потім з прийнятого сигналу віднімається апроксимована залежність.

В результаті отримується корисний сигнал з дуже зниженим рівнем шуму, тобто потужність шуму значно зменшується, і шум майже не впливає на форму корисного сигналу. При необхідності подавити цю шумову складову можна легко за допомогою фільтра.

Алгоритм складається з наступних етапів:

1) генерація множини пар "вхід-вихід" за заданим аналітичним описом функції, яка підлягає апроксимації (тобто генерація корисного сигналу);

2) генерація вектора n_1 нормально розподілених випадкових чисел за допомогою функції *randn* (генерація шуму);

3) припущення, що сигнал завади (шуму), який генерується у каналі, є випадковим і описується (для прикладу) невідомим для системи нелінійним рівнянням, залежним від n_1 : $n_2 = 4 \cdot \sin(n_1(k)) \cdot n_1(k-1) / (1+n_1(k-1)^4)$, де k – номер точки дискретизованої залежності; формування сітки (функція *mechgrid*) та відображення (функція *surface*) 3D-графіка сигналу завади;

4) формування вимірюного сигналу, в який додається шум: $m = x + n_2$, графічне представлення сигналу m в залежності від часу;

5) створення початкової нейронної мережі (функція *genfis1*) під назвою "in_fismat" з чотирма функціями приналежності (для подальшого навчання мережі) та двома входами;

6) за допомогою функції *anfis* виконується остаточне формування структури нейрон-нечіткої мережі, її навчання, також відбувається точне налаштування параметрів 16 функцій приналежності;

7) тестування налаштованої мережі з навчаючими даними, виконання обчислення нечіткого висновку (оцінка вихідних значень за допомогою функцій приналежності) проводиться з використанням функції *evalfis*;

8) вихідним сигналом мережі є оцінена завада n_2 , визначення оціненого корисного сигналу x : $x = m - n_2$; 9) візуалізація графічних залежностей.

Вказаний алгоритм побудований на основі використання адаптивної нейро-нечіткої мережі.

На основі програмної реалізації приведеного алгоритму в системі Matlab виконані розрахунки; результати показані на рис. 1 та рис. 2.

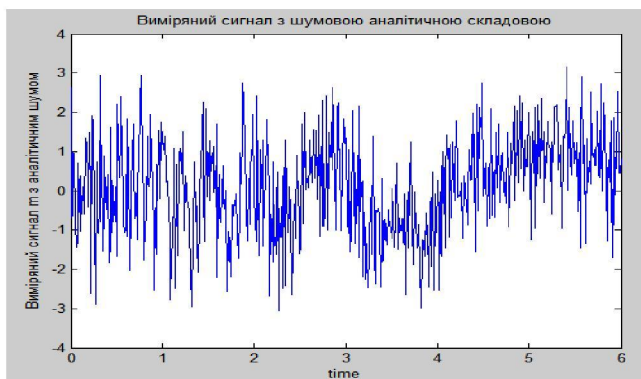


Рисунок 1 – Корисний сигнал з шумовою складовою на приймальному кінці каналу до обробки його нейро-нечіткою мережею

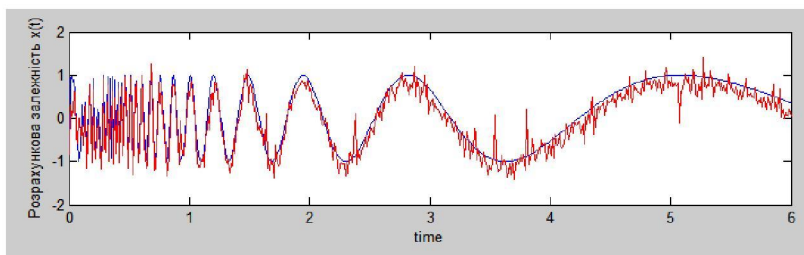


Рисунок 2 – Корисний сигнал зі значно зменшеною шумовою складовою на приймальному кінці каналу після обробки його нейро-нечіткою мережею (червоний колір графіка)

Таким чином, отримана структура системи ANFIS нечіткого висновку типу Сугено з двома входами, одним виходом, яка виконує фазифікацію функціями Гауса; сформовано чотири апріорних функції приналежності; при дефазифікації використаний метод зваженого середнього; створена нейро-нечітка мережа виконує роль апроксиматора експериментальних залежностей з шумовою компонентою.