

ОБРОБКА АДИТИВНОЇ СУМІШІ ФУНКЦІЙ УОЛША ШОСТОЇ ДІАДИ, БІЛОГО ГАУСІВСЬКОГО ШУМУ ТА ГАРМОНІЧНОЇ ЗАВАДИ НЕЙРОПОДІБНОЮ МЕРЕЖЕЮ ЗУСТРІЧНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ

А. М. Богущий¹, С. М. Куш¹

¹Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» Фізико – технічний інститут

Анотація

У роботі сформовано нейроподібну мережу зустрічного розповсюдження для обробки адитивної суміші функцій Уолша шостої діади, білого гаусівського шуму та гармонічної завади. Проведено дослідження залежності кількості правильно розпізнаних функцій Уолша із адитивної суміші сигналів при різних значеннях дисперсії білого шуму, амплітуди та частоти гармонічної завади.

Ключові слова: широкосмугові сигнали, адитивна суміш, нейроподібна мережа, функція Уолша, білий гаусівський шум, гармонічна завада.

Вступ

Використання широкосмугових сигналів у системах передачі цифрової інформації та радіолокації зумовлено їхньою високою завадостійкістю. Одним із основних завдань при реалізації систем, що використовують широкосмугові сигнали є створення оптимального приймального пристрою, який найкращим чином буде відновлювати інформацію із адитивної суміші сигналів і завад [1].

Поширеними методами обробки адитивної суміші сигналів, шуму та завад є ортогональний прийом, автокореляційний аналіз, узагальнений спектральний аналіз та методи оптимальної фільтрації [2]. Представляє інтерес розробка нових систем для обробки адитивної суміші сигналів та завад на основі нейронної мережі зустрічного розповсюдження.

Метою роботи є розробка, на базі нейроподібної мережі зустрічного розповсюдження, системи для виділення корисного сигналу із адитивної суміші функцій Уолша шостої діади, білого гаусівського шуму та гармонічної завади.

1. Вибір нейроподібної мережі

Вхідні вектори для мережі представлені адитивною сумішшю інформаційного сигналу, гаусівського шуму та гармонічної завади:

$$U(t) = wal(w, t) + n(m, \sigma, t) + A \sin(2\pi ft)$$

де $wal(w, t)$ – функція Уолша, w – порядковий номер функції Уолша, $n(m, \sigma, t)$ – адитивний білий гаусівський шум, m – математичне очікування шуму, σ – дисперсія шуму, $\sin(2\pi ft)$ – гармонічна завада, A – нормована амплітуда гармонічної завади, f – нормована частота гармонічної завади.

Кожна функція Уолша, гармонічна завада та білий гаусівський шум у програмному середовищі Matlab

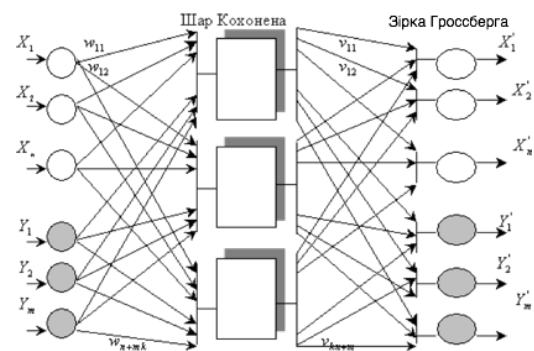


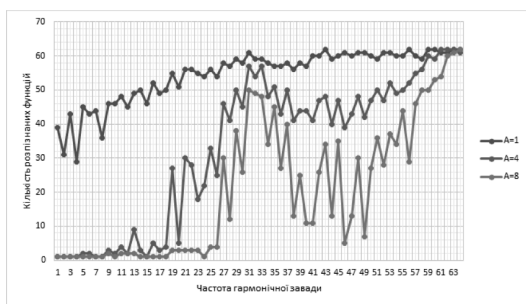
Рис. 1. Структурна схема нейроподібної мережі зустрічного розповсюдження

представлені 1024 відліками. Для виділення інформаційних сигналів із вхідної адитивної суміші сигналів, гармонічної завади та гаусівського шуму вибрано нейронну мережу із класифікуючими властивостями. Мережа такого типу дозволяє визначити приналежність вектору, що представлений адитивною сумішшю сигналу, гармонічною завадою та гаусівським шумом до певного класу, якому відповідає визначений вектор порядкового номеру сигналу без шуму [3]. У роботі розглянуто нейроподібну мережу зустрічного розповсюдження.

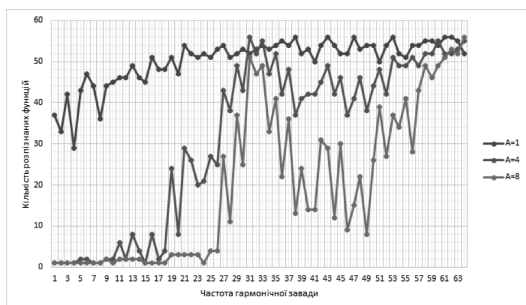
Мережа зустрічного розповсюдження складається із самоорганізованої карти Кохонена та зірки Гроссберга [3]. Структурна схема нейронної мережі зображена на рис. 1.

2. Формування та проведення навчання нейронної мережі

Вхідний шар нейроподібної мережі містить 1024 нейрони (X_n, Y_m). Кожен нейрон вхідного шару має свій ваговий коефіцієнт (w_{nm}) і з'єднаний із нейроном карти Кохонена. Карта Кохонена складається



(a)



(b)

Рис. 3. Кількість правильно розпізнаних функцій Уолша шостої діади при різних значеннях амплітуди та частоти гармонічної завади і дисперсії шуму: (a) – $\sigma = 2$; (b) – $\sigma = 4$.

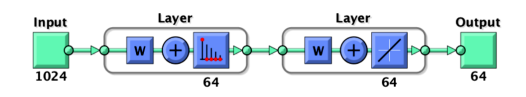


Рис. 2. Структурна схема нейронної мережі зустрічного розповсюдження

із 64 нейронів (K_n). Нейрони карти Кохонена зв'язані із 64-ма нейронами зірки Гроссберга, зі своїми ваговими коефіцієнтами (v_{np}). Зірка Гроссберга послідовно зв'язана із вихідним шаром, який також складається із 64 нейронів (X'_n, Y'_n).

Структурна схема, сформованої нейронної мережі зустрічного розповсюдження, зображена на рис. 2.

Після побудови мережі в програмному середовищі MATLAB проведено її навчання. Метою навчання є забезпечення налаштування вагових коефіцієнтів усіх шарів. При проведенні навчання на вхід нейронної мережі подається транспонована матриця функцій Уолша шостої діади. Вихідний шар зірки Гроссберга визначає параметри вектору, сформованого сукупністю впорядкованих номерів функцій Уолша шостої діади, після чого проводиться налаштування вагових коефіцієнтів обох шарів нейронної мережі.

Для перевірки роботи сформованої нейронної мережі опрацьовано вхідні сигнали, що представляють собою функції Уолша. На вхід мережі по чергово

подавались функції Уолша шостої діади. У результаті усі функції Уолша було розпізнано правильно.

3. Опрацювання адитивної суміші

На вхід нейронної мережі (рис. 2) подавалась адитивна суміш функцій Уолша шостої діади, білого гаусівського шуму та гармонічної завади при різних значеннях амплітуд та частот гармонічної завади і дисперсії шуму.

Нормована амплітуда гармонічної завади визначена, як відношення амплітуд гармонічної завади та функції Уолша. Нормована частота гармонічної завади визначена, як обернене відношення періодів функції Уолша та гармонічної завади.

На рис. 3 представлені залежності числа правильно розпізнаних функцій Уолша від частоти і амплітуди гармонічної завади при значеннях дисперсії шуму $\sigma = 2$ (рис. 3(a)) та $\sigma = 4$ (рис. 3(b)) для усіх функцій Уолша шостої діади.

Як видно із рис. 3 кількість правильно розпізнаних функцій Уолша при малих рівнях шуму ($\sigma \leq 4$) слабо залежить від дисперсії шуму.

Висновки

В результаті аналізу результатів, одержаних при дослідженні виділення функцій Уолша шостої діади із адитивної суміші сигналів, білого гаусівського шуму та гармонічної завади системою на базі нейронної мережі зустрічного розповсюдження, встановлено:

- При значенні дисперсії білого Гаусівського шуму $\sigma = 2$ та значенні нормованої амплітуди гармонічної завади $A=1$, ймовірність виділення корисного сигналу становить 85,6%.
- При зростанні дисперсії шуму кількість правильно розпізнаних функцій Уолша майже не змінюється, що свідчить про досить ефективну роботу системи обробки в умовах сильних шумових завад.

Перелік використаних джерел

1. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М.: Радио и связь — 1985. — 384 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение — М.: Издательский дом «Вильямс»,— 2003. — 1104 с.
3. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: . Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс»— 2003. — 1104 с.
4. В. В. Круглов, М. И. Длин, Р. Ю. Голунов. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. — М.: Физматлит— 2000. — 224 с.