

ВИДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ З АДИТИВНОЇ СУМІШІ СИГНАЛУ ТА ІМПУЛЬСНОЇ ЗАВАДИ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ ХОПФІЛДА

М. А. Бука^{1, а}, С. М. Куш^{1, б}

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Анотація

В роботі представлені результати дослідження оцінки ефективності використання нейронної мережі Хопфілда для виділення сигналу з адитивної суміші сигналу та імпульсної завади. У якості імпульсної завади було використано сигнали, сформовані на основі функцій Хаара. Приведені залежності помилок першого та другого роду при виділенні широкосмугових сигналів з адитивної суміші сигналу та імпульсної завади.

Ключові слова: нейронна мережа, широкосмугові сигнали, функції Уолша, функція Хаара, помилки першого та другого роду

Вступ

У системах зв'язку сигнали передаються при наявності завад у каналі зв'язку, що призводить до помилок першого та другого роду. На сьогоднішній день актуальною задачею є мінімізація помилок першого або другого роду, виходячи з призначення системи зв'язку.

Найбільш поширеними методами обробки адитивної суміші широкосмугових сигналів (ШСС) та імпульсних завад є [1, 2]:

- автокореляційний аналіз;
- ортогональний прийом;
- метод оптимальної фільтрації;
- узагальнений спектральний аналіз.

Перспективним є дослідження нових методів обробки ШСС, наприклад методів, які використовують різноманітні типи нейронних мереж (НМ). У роботі [3] було проведено дослідження можливості детектування гармонічного сигналу на фоні АБГШ та негаусовського шуму. В роботі, у якості НМ, було використано багатошаровий перцептрон та дослідження проводились лише для шуму.

Задача виділення ШСС при наявності завади є подібною до задачі побудови моделі асоціативної пам'яті, що має широке застосування при розпізнаванні образів. У даній роботі, у якості НМ, обрано нейронну мережу Хопфілда, основним призначенням якої є саме розпізнавання образів [4].

Метою роботи є оцінка ефективності алгоритму обробки ШСС на основі НМ Хопфілда та дослідження залежності помилок першого та другого роду від номеру функції Хаара $har(n, m, t)$ при виділенні сигналу з адитивної суміші сигналу та імпульсної завади нейронною мережею Хопфілда.

В роботі дослідження проводились для адитивної суміші ШСС та імпульсної завади

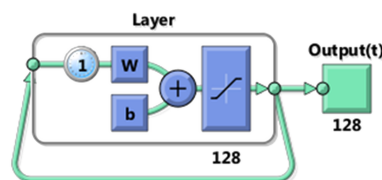


Рис. 1. Структурна схема нейронної мережі Хопфілда

$$s_w(t) = u(w, t) + har(p, t),$$

де $u(w, t) = wal(w, t)$ – функція Уолша, $w(w \in [0; 15])$ – номер функції Уолша; $har(n, m, t)$ – функція Хаара індексу n на інтервалі, який визначається значенням m .

Для визначення коефіцієнтів розкладу у базисі функцій Хаара через одну змінну введена індексація типу $har(n, m, t) = har(p, t)$, де:

$$p = 2^n + m - 1.$$

Перехід до звичної нумерації функцій Хаара відбувається за наступними формулами:

$$n = \lfloor \log_2 p \rfloor, m = p - 2^n + 1,$$

При дослідженні використовувались нормовані функції Хаара при $p \in [0; 127]$. Амплітуда функцій Хаара $A = 2^{n \setminus 2}$.

Вектор, який описує сигнал $s_w(t)$ формується на основі ста двадцяти восьми відліків.

1. Параметри нейронної мережі

Для НМ Хопфілда необхідно, щоб кількість нейронів співпадала з кількістю входів НМ [3]. У програмному середовищі Matlab була змодельована НМ Хопфілда при кількості нейронів та зворотних зв'язків по сто двадцять вісім. Структурна схема НМ наведена на рис. 1.

^аnikitabuka@gmail.com

^бgonorskaya@ukr.net

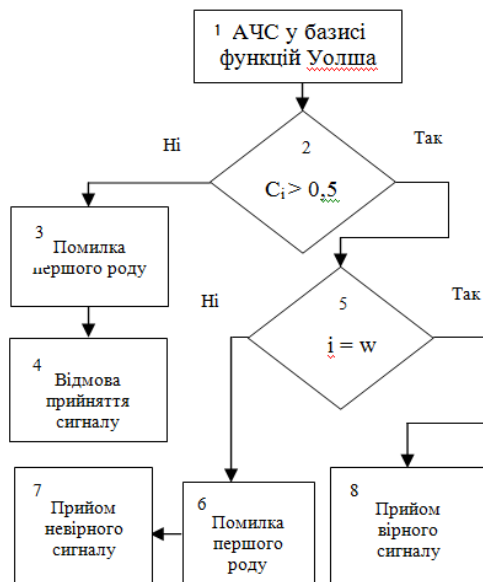


Рис. 2. Алгоритм обробки вихідних сигналів



Рис. 3. Залежність відносної кількості помилок другого роду від p

Навчання нейронної мережі відбувалось при використанні сигналів на основі функцій Уолша до четвертої діади включно. При навчанні НМ сукупність сигналів $wal(w, t)$, представлених у вигляді матриці, кожен стовпчик якої описував один сигнал, одночасно подавались на вхід мережі Хопфілда.

2. Результати обробки сигналів нейронною мережею Хопфілда

При проведенні досліджень на вхід нейронної мережі Хопфілда подавалась сукупність сигналів $s_w(t)$ (матриця, кожен стовпчик якої є адитивною сумішшю сигналу та імпульсної завади). Після обробки сукупності сигналів $s_w(t)$ мережею Хопфілда була отримана матриця вихідних значень, кожен стовпчик якої був реакцією на сигнал $s_w(t)$. Обробка вихідних сигналів проводилась використовуючи узагальнене перетворення Фур'є у базисі функцій Уолша.

Для визначення помилок першого та другого роду, був розроблений алгоритм, блок-схема якого наведе-

на на рис. 2. В блоках № 2 та № 5 використані наступні позначення:

- C_i – спектральна складова АЧС у базисі функцій Уолша, де i – номер максимальної спектральної складової для кожного вихідного сигналу.
- w – номер вхідної функції Уолша.

При подачі на вхід системи сигналів $wal(w, t)$, $w \in [0; 15]$, помилок ні першого, ні другого роду виявлено не було. Також було встановлено, що помилки першого роду не виникають при додаванні до сигналу імпульсної завади у вигляді функції Хаара, навіть при виборі функцій Хаара з параметрами $n = 6$ і $m = 63$ (амплітуди яких перевищували майже на порядок амплітуду функції Уолша).

На рис. 3 наведено залежність відносної кількості помилок другого роду від номеру функції Хаара.

З отриманих результатів видно, що при наявності у адитивній суміші сигналу та імпульсної завади постійної складової (при заваді у вигляді $har(0, 0, t)$) можливість розпізнавання сигналу погіршується, але це не типовий випадок.

При наявності у сигналі $s_w(t)$ імпульсної завади у вигляді функції $har(1, 0, t)$ значення помилки другого роду складає 6,25%, тобто неправильно розпізнана була лише одна функція Уолша.

Висновки

В ході виконання роботи була визначена залежність ймовірності виникнення помилок першого та другого роду від номеру функції Хаара при виділенні сигналу з адитивної суміші сигналу та імпульсної завади у вигляді функції Хаара нейронною мережею Хопфілда.

Показано, що запропонований алгоритм на основі НМ Хопфілда є ефективним при виділенні широкосмугового сигналу з адитивної суміші сигналу та імпульсної завади.

Перелік використаних джерел

1. Варакин Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М. : Радио и связь, 1985. — 384 с.
2. Куц С. М. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів та проведення лабораторних робіт з дисципліни «Широкосмугові сигнали. Обробка та розпізнавання в системах захисту інформації. Частина 1». — К. : Кампус, 2009. — 79 с.
3. Khairnar D. G., Merchant S. N. U.B. Desai Radar Signal Detection In Non-Gaussian Noise Using RBF Neural Network. — 2008. — vol. 3, № 1. — с. 32–39.
4. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание Пер с англ. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.