

## Секція 4. Цифрова компресія, оброблення, синтез та розпізнавання сигналів і зображень

УДК 620.179.14

### ВИКОРИСТАННЯ ВЕЙВЛЕТ-НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК

Ващишин Л.В.<sup>1)</sup>, Нічога В.О.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м.н.с.

<sup>2)</sup> Національний університет "Львівська політехніка", д.т.н., професор

#### I. Постановка задачі

Дуже важливим з точки зору безпеки залізничних перевезень є своєчасне виявлення небезпечних дефектів рейок. Такі дефекти можуть призвести до аварійних ситуацій зі значними матеріальними витратами та людськими жертвами.

Основним джерелом інформації про технічний стан залізничних рейок є сигнал, записаний в результаті неруйнівного контролю ділянки колії (дефектограма). Ця інформація закладена у формі сигналу (образі) від регулярних та нерегулярних елементів залізничного шляху. При візуальному огляді дефектограми, який поки що залишається єдиним відносно надійним засобом виявлення дефектів, оператор магнітного вагону-дефектоскопу нерідко може пропустити дефект або неправильно його класифікувати. Саме тому автоматизація виявлення та розпізнавання образів від дефектів є основним завданням дефектоскопії залізничних рейок, що вимагає залучення до цього процесу сучасних засобів цифрової обробки сигналів (ЦОС), які зможуть допомогти оператору у прийнятті правильного рішення.

#### II. Методи досліджень

Виходячи з особливостей форми сигналів від дефектів, найбільш адаптованим засобом ЦОС для їх аналізу є неперервне вейвлет-перетворення (НВП) [1, 2]. Що ж стосується автоматичного виявлення та розрізнення цих сигналів за типами дефектів, то з цим завданням добре справляються штучні нейронні мережі (ШНМ) [3, 4].

Всі дослідження виконувались в інтерактивному середовищі для числових обчислень, візуалізації та програмування Matlab. В якості сигналів для дослідження використовувались сигнали, записані магнітним вагоном-дефектоскопом № 442, який експлуатує ДТГО "Львівська залізниця".

#### III. Основні результати

Оскільки найнебезпечнішим та найпоширенішим дефектом залізничної колії є поперечна тріщина в головці рейки, то саме на її виявленні буде сконцентрована наша увага. Для виявлення сигналів від цього дефекту було побудовану ШНМ, яка складається з вхідного, прихованого та вихідного шарів (рис. 1).

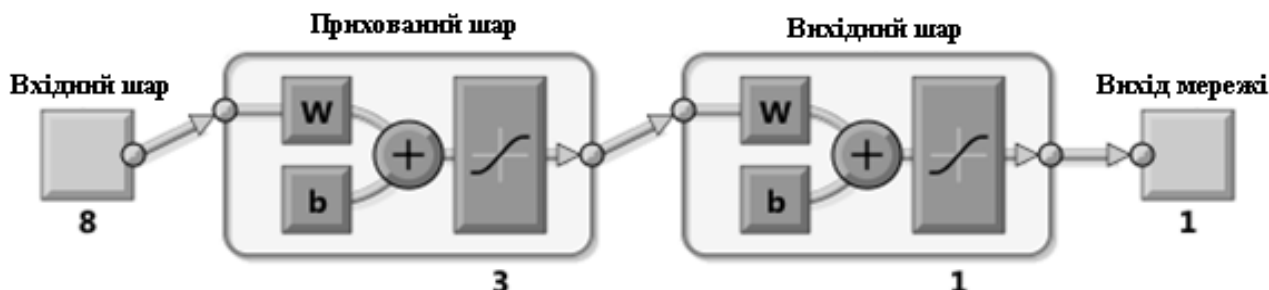


Рисунок 1 - ШНМ для автоматичного виявлення сигналів від поперечної тріщини рейки

Вхідний шар містить 8 входів, на які подаються вейвлет-коефіцієнти НВП (8–15 масштаби) дефектоскопічного сигналу. Діапазон масштабів обирався на основі дослідження описаного в [5]. В якості материнської вейвлет-функції для НВП було обрано вейвлет, адаптований до виявлення сигналів від поперечної тріщини [6]. Вхідні сигнали дублюються і поступають на кожен з трьох вузлів прихованого шару, в межах яких вони перемножуються на вагові коефіцієнти  $W$  додаються, і з

врахуванням вузла зміщення  $b$  ця сума подається на передаточну функцію. Вагові коефіцієнти та зміщення встановлюються під час навчання мережі, для якого було використано коефіцієнти НВП (на масштабах від 8 до 15) для 50 сигналів від поперечної тріщини рейки (еталонні значення) та 50 сигналів від шпальних підкладок (хибні значення).

Далі, сигнали з трьох вузлів прихованого шару надходять у вихідний шар, і в залежності від схожості до сигналу від поперечної тріщини рейки, мережа сформує 1 або 0 (наявність чи відсутність дефекту відповідно).

В результаті аналізу кількох дефектоскопічних сигналів, записаних на різних ділянках залізничної колії, мережа виявила десятки “підозрілих” фрагментів, які за своєю формою нагадують сигнал від поперечної тріщини. Серед них є сигнали від сильно розвинутих дефектів (які були виявлені оператором вагону-дефектоскопу), та сигнали, які імовірно походять від даного типу дефекту на ранній стадії його розвитку. Звичайно, серед фрагментів, які виділила мережа, мають місце і хиби спрацювання, але незважаючи на те ШНМ залишається одним з найпотужніших засобів розпізнавання дефектів. Вона не приймає і не повинна приймати рішення про придатність рейки до подальшої експлуатації. Мережа не може замінити оператора вагону-дефектоскопу в цій відповідальній справі, але може значно полегшити і покращити його роботу.

### Висновки

1. Побудовано ШНМ, яка на основі коефіцієнтів НВП дозволяє автоматично виявляти сигнали від поперечної тріщини рейки в дефектограмах, записаних магнітним вагоном-дефектоскопом.
2. За умови вдалого вибору материнської вейвлет-функції НВП та правильної конфігурації ШНМ можливе виявлення дефектів на ранніх стадіях їх розвитку.
3. Підхід, який використовувався при побудові ШНМ для виявлення поперечної тріщини рейки може бути застосований і для виявлення дефектів інших типів.

### Список використаних джерел

1. M. Sifuzzaman, M.R. Islam, M.Z. Ali. Application of wavelet transform and its advantages compared to Fourier transform. // Journal of Physical Sciences. – 2009. – 13. – P. 121–134.
2. Нічога В.О., Ващишин Л.В., Сторож І.В., Іванчук В.М. Застосування віконного перетворення Фур'є і вейвлет перетворення при аналізі сигналів магнітної діагностики залізничних рейок // Матеріали 16 Міжнародної науково-технічної конференції “Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів” (ЛЕОТЕСТ – 2011, 21-26 лютого 2011 р.) Славське, Львівської обл. – С. 134–139.
3. Ващишин Л.В., Нічога В.О., Сторож І.В. Штучні нейронні мережі, як засіб для розпізнавання дефектів залізничних рейок. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 5. – С. 34–37.
4. Piotr Nazarko Ocena stanu konstrukcji – Detekcja uszkodzen z zastosowaniem sztucznych sieci neuronowych, Rzeszow, 2009. – S. 150.
5. Ващишин Л.В., Нічога В.О. Критерії виявлення сигналу від поперечної тріщини рейки за допомогою неперервного вейвлет-перетворення // Відбір і обробка інформації. – 2013. – Вип. 38(114). – С. 69–74.
6. Нічога В.О., Ващишин Л.В., Сторож І.В. Створення “материнської” вейвлет-функції та аналіз за її допомогою дефектоскопічного сигналу від поперечної тріщини рейок // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2012. – № 3. – С. 61–69.

УДК 004.932.2:616-006.04

## ПОХИБКИ ПЕРЕТВОРЕНЬ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Гайда Л.П., Гнатюк О.А.

*Тернопільський національний економічний університет, магістранти*

### І. Постановка проблеми

Важливою проблемою при аналізі біомедичних зображень [1] є виявлення та дослідження діагностичних ознак. Інформативними ознаками у процесі постановки діагнозу є зміна контурних функцій та областей зображень. У ряді робіт досліджено перетворення контурів і областей зображень [2]. Але залишились не вивченими похибки перетворення контурів і областей зображень.

### II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження та моделювання похибок алгоритмів перетворення контурів і областей зображень і розроблення алгоритму перетворення зображень із заданою похибкою.