

УДК 004.932

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ФОРМИ
ДЖЕРЕЛА РОЗСПИВАННЯ ДЛЯ ДВОВИМІРНОГО
ВИПАДКУ**

Л. В. Касперська, аспірант

*Фізико-механічний інститут ім.Г.В. Карпенка НАН України
exspiravit.liudmyla@gmail.com*

Б. П. Русин, д.т.н., професор

*Фізико-механічний інститут ім.Г.В. Карпенка НАН України
rusyn@ipm.lviv.ua*

Розглянуто задачу моделювання процесу відновлення форми джерела розсіювання в однорідному середовищі. Вхідними даними цієї задачі є інформація про набір приймачів і виміряне ними розсіяне поле спотворене шумом. Показано, що для її розв'язання необхідно відновити функцію двох змінних по її радоновому образу.

Kasperska L., Rusyn B. We explored the problem of modeling of recovering form process of the scattering source in the uniform environment. The input data of this problem is the information about a set of receivers and the measured scattering field distorted by the noise. We showed solving of this problem needs to recover the function of two variables for its radon image.

Ключові слова: ФІЛЬТРОВАНА ЗВОРОТНЯ ПРОЕКЦІЯ, ПЕРЕТВОРЕННЯ РАДОНА, ДЖЕРЕЛО РОЗСПИВАННЯ.

Key words: FILTERED BACKPROJECTION, RADON TRANSFORM and SOURCE SCATTERING.

В деякій області $A \in R^2$ знаходиться невідомий об'єкт D , форму якого потрібно відновити. Границю об'єкта D позначемо через $\partial D \in C^2$.

Дано масив з m пасивних приймачів. Джерело сигналу розташоване досить далеко і фронт поширення хвилі є плоским.

Після падіння хвилі на перешкоду вона відбивається від поверхні об'єкта та розсіюється.

Задача полягає у тому, щоб за даними з приймачів і за структурою масиву відновити форму перешкоди.

Візьмемо деякий масив з m приймачів, які розташовані лінійно. Зафіксуємо полярну систему координат в центрі області A .

Розташуємо приймачі на прямій l , яка знаходиться на відстані директриси області A . Відстань між приймачами рівна λ .

Розпочинаємо вимірювання при куті $\theta = 0$, тоді дані з приймачів записують в перший стовпчик матриці M . Після чого повернемо масив приймачів на деякий кут і заповнимо наступний стовпчик матриці. Здійснюємо вимірювання до проходження повного кола. Кут, на який ми повертаємо масив приймачів вибираємо довільним чином. Очевидно, що чим менший кут, тим більша кількість вимірювань і тим краща точність кінцевих результатів.

Сформована матриця M визначає рівень відбитого сигналу на приймачах під різними кутами. Якщо матриця не квадратна, то доповнимо її нулями.

У складі відбитого сигналу присутні шуми, які необхідно відфільтрувати. Фільтрація відбувається в частотній області, то необхідно зробити перехід від перетворення Радона до перетворення Фур'є. Цей перехід описується наступним виразом [1]:

$$F(\omega \cos \theta, \omega \sin \theta) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-i\omega \rho} R(\rho, \theta) d\rho. \quad (1)$$

Знаходячись в частотній області можна використати Рам-Лак фільтр, який має наступну амплітудно-частотну характеристику:

$$H(v)_{Ram-Lak} = |v|, \quad (2)$$

для $|v| < v_u$, всі інші значення стають нулями.

Для відновлення форми об'єкта необхідно використати оператор зворотного проектування, який має вигляд [2]

$$f(x, y) = \int_0^{\pi} F(x \cos \theta + y \sin \theta, \theta) d\theta. \quad (3)$$

У дискретному випадку використовується наступне наближення виразу (3)

$$f(x_m, y_m) \approx \Delta\theta \sum_{t=0}^{T-1} f(x_m \cos \theta_t + y_m \sin \theta_t, \theta_t), \quad (4)$$

де T – кількість кутових зразків, $\Delta\theta$ – різниця між кутами двох проєкцій, (x_m, y_m) – координати проєкцій.

На підставі виразу (1-4) в роботі було проведено математичне моделювання в середовищі MatLab, в результаті якого було відтворено форму перешкоди.

Обчислювальна складність зворотного проєктування визначається множенням розміру матриці інтенсивності M на число кутових зразків T :

$$O_{backprojecton} = O(M^2 T). \quad (5)$$

Таким чином в роботі здійснено математичне моделювання процесу відновлення форми двовимірної перешкоди, на основі методу фільтрованої зворотної проєкції з використанням перетворення Радона. Цей метод володіє рядом переваг, оскільки розсіяне поле спотворене шумом не потрібно розділяти на "чисте" чи далеке поле, що дозволяє залишатись в області розв'язку однієї задачі.

Література

1. Radon J. Über die Bestimmung von Functionen durch ihre Integralwerte längs gewisser Mannigfaltigkeiten // Berichte Sächsische Academie der Wissenschaften. — Math.–Phys. Kl. — Leipzig, 1917.
2. Jorge Bernal del Nozal Use of Projection and Back-projection Methods // Computer Vision Center Edifici O, Universitat Aut`onoma de Barcelona, 2009