

УДК 681.325

Печерський М.В.¹, Дубровін В.І.²

¹ студ. гр. КНТ-130 НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

МУЛЬТИВЕЙВЛЕТИ

Сьогодення в якому ми живимо є віком інформаційних технологій: з виникнення мережі-інтернет і до теперішнього часу. Кожного дня нас оточує безліч високотехнологічних сфер: телекомунікація, медична діагностика, системи керування, аудіо обробка, сейсмічні керування, але жодна із цих сфер не може існувати без засобів якісної обробки сигналів. Цифрова обробка сигналів застосовується для представлення сигналів у вигляді

послідовностей чисел або символів. Основною метою даної обробки є аналіз характеристик сигналів або їх перетворення в більш зручну форму. Класичні методи числового аналізу, такі як інтерполяція, інтегрування, диференціювання та ентропія, є основними алгоритмами цифрової обробки. Завдяки високошвидкісним цифровим обчислювальним машинам розроблено все більш складні та ефективні алгоритми обробки сигналів. Останні досягнення в технології інтегральних схем обіцяють високу ефективність у створенні складних систем обробки цифрових сигналів. Цифрова обробка сигналів застосовується в різних галузях, таких як біомедицина, акустика, радар, сейсмологія, зв'язок, системи передачі даних та інші.

Важливим складником сфери сигнальної обробки, аналізу сигналів та фільтрації є такий інструменту як амплітудно-частотна характеристика (АЧХ). Корисна модель, яка розглядатиметься належить до галузі цифрової обробки сигналів, зокрема до вейвлет-перетворення, і може бути використаний при дослідженні АЧХ мультивейвлету.

По-перше необхідно розібратися із поняттям мультивейвлету і зрозуміти, що воно є векторнозначним узагальненням вейвлетів. Вони призначені для розкладання багатоканальних сигналів, що мають не одну, а кілька компонентів. Втім, до такого виду можна привести і скалярний сигнал (переходом до парних та непарних компонентів, наприклад).

Існує декілька відомих способів проектування мультивейвлету, зокрема за допомогою фільтра, який представлено двома фільтрами нижніх частот. По кореляційним характеристикам сигналу визначають оптимальний вейвлет-базис. Але недоліком даного способу є те, що він використовує значення кореляційної функції сигналу, не розглядаючи інформацію про результат вейвлет-перетворення та про сам вейвлет-базис.

Інший відомий спосіб візуального зображення частотних характеристик сигналу, який заснований на відображенні мінімальної та максимальної амплітуд в окремі моменти часу, але і тут є деякий недолік: неповне зображення спектру вейвлету.

В основу моделі, що розглядається поставлено задачу створення способу дослідження АЧХ мультивейвлету, який можна застосувати для будь-якого сигналу та будь-якого вейвлету та за яким можна визначати оптимальний вейвлет-базис.

Однак побудувати мультивейлети виявилось складніше, ніж звичайні вейвлети. Річ у тім, що рівняння скейлінгу мають матричні коефіцієнти, які комутовують між собою. Тому знайти відповідний набір коефіцієнтів, що дає гладкі рішення рівняння рескейлінгу, досить складно.

Задача вирішується тим, що будується АЧХ мультивейвлета при прямому вейвлет-перетворенні на основному діапазоні частот сигналу, причому як сигнал можуть бути 25 використані будь-які сигнали та при

побудові АЧХ визначають середньо квадратичні відхилення коефіцієнтів при прямому вейвлет-перетворенні та початковому сигналах, та визначення оптимального вейвлету здійснюють при мінімізації наступних параметрів АЧХ вейвлету: ширина полоси пропускання головного пелюстка, площа бокових пелюстків, близькість центральної частоти головного пелюстка до частоти початкового сигналу.

Суть способу полягає в наступному. При побудові АЧХ мультивейвлету спочатку виконують пряме 50 вейвлет-перетворення вихідного сигналу. Вихідним сигналом може бути як синусоїда фіксованої амплітуди та частоти так і будь-який нестационарний сигнал. Після цього розраховується відношення середньоквадратичних відхилень коефіцієнтів розкладання і вихідного сигналу. Процедура треба повторити на всьому діапазоні частот. Але важливо зазначити, що даний спосіб потребує вибору масштабу для вейвлет-перетворення сигналу. В даному випадку під оптимальним масштабом будемо вважати той, частота якого максимально відповідає базової частоті сигналу (1).

$$F_{req} = \left\{ \frac{F_{wavelet} * F_{signal}}{A_j} \right\}, \quad (1)$$

де $F_{wavelet}$ – центральна частота вейвлету; F_{signal} – базова частота вейвлету; $j = 2^0 : 2^k$; A – масштаб вейвлет-перетворення.

Для кожного пелюстка АЧХ можна визначити наступні параметри: початкова, кінцева та центральна частоти, ширина пелюстка, частоти полоси пропускання, ширина полоси пропускання, відношення середньоквадратичних відхилень (std) вейвлет-коефіцієнтів до вихідного сигналу для кожного з вище перелічених параметрів. Для визначення оптимального вейвлету використані наступні параметри АЧХ: ширина полоси пропускання (L_p) головного пелюстка, площа бокових пелюстків (S_b), близькість центральної частини головного пелюстка до вихідного сигналу ($F_{cs} = |F_c - F_{signal}|$). Тоді оптимальний вейвлет-базис визначається [2]

наступним чином $f(F_p, S_b, F_{cs}) \rightarrow \min$

Застосування способу дозволяє визначити оптимальний вейвлет-базис на основі дослідження його АЧХ.