

УДК 004.67

ОСОБЛИВОСТІ ВІКОННОЇ МОДИФІКАЦІЇ МЕТОДУ WPDM ПОШУКУ ПЕРІОДИЧНОСТЕЙ

Костенко К.О., Вергун К.В.

SPECIFICS OF WPDM METHOD WINDOW MODIFICATION FOR PERIODICITY DETECTION

Kostenko K.O., Verhun K.V.

В даній статті авторами проводиться дослідження особливостей роботи запропованої в попередній праці модифікації методу пошуку періодичності, що ґрунтується на теорії вейвлетів. Для перевірки якості визначення наявності періодів були обрані сигнали, що моделюють ситуації, які виникають в реальних даних (наприклад, даних вимірювань геомагнітного поля). Отримані результати свідчать, що запропонований підхід дозволяє визначити наявність періодів, які проявляються впродовж короткого часового проміжку.

Ключові слова: пошук періодичностей, вейвлет-перетворення

Вступ При проведенні обробки та аналізу даних потреба знаходження періодичностей виникає в різноманітних прикладних задачах – передбаченні стихійних природних явищ [1], прогнозуванні економічних показників та інш. В більшості випадків дана проблема ускладнюється тим, що інформація про величину періоду та моменти його прояву априорі може не бути відомою.

Сучасним потужним засобом для проведення аналізу нестационарних сигналів є вейвлет-перетворення [2]. Теорія вейвлетів знайшла своє застосування і для виявлення наявності у даних прихованих періодичностей [3, 4, 5].

Раніше [6] була запропонована модифікація існуючого методу знаходження періодичності на основі ковзного вікна.

Мета даної роботи – дослідити якість визначення періодів модифікацією методу аналізу мінімуму дисперсії, що запропонована авторами, та визначити обмеження щодо її застосування.

Вибір модельних сигналів Модельні сигнали, на яких проводилося дослідження роботи віконної модифікації методу WPDM, обиралися, виходячи із

даних, до яких планується її застосування в подальшому.

Серед них – дані вимірювань геомагнітного поля. Вони характеризуються тим, що на тлі повільних процесів виникають короткотривалі збурення, періоди яких в 10-15 разів менші.

Тому були використані наступні сигнали. За основу було взято синусоїдальний сигнал довжиною в 10 000 відліків із періодом у 513 відліків.

В першому випадку (рис. 1) до нього додавалися аналогічні синусоїдальні сигнали із періодами 31 та 45 відліків.

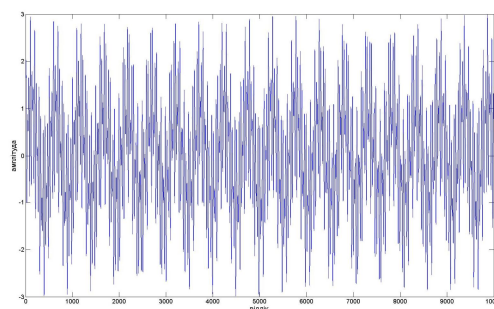


Рис. 1. Модельний сигнал №1

В другому випадку (рис. 2) додавалися синусоїдальні сигнали із близькими за значеннями періодами у 31, 35 та 37 відліків.

В третьому випадку (рис. 3) сигнали додавалися не по всій довжині основного, а лише на деяких його частинах. Зокрема, сигнал із періодом в 31 відлік було додано на проміжку з 1500 по 2100 відлік, а з періодом 35 – від 6200 по 6700.

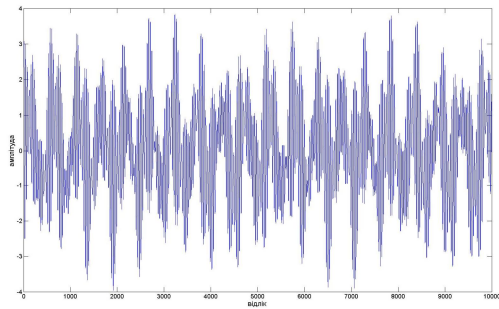


Рис. 2. Модельний сигнал №2

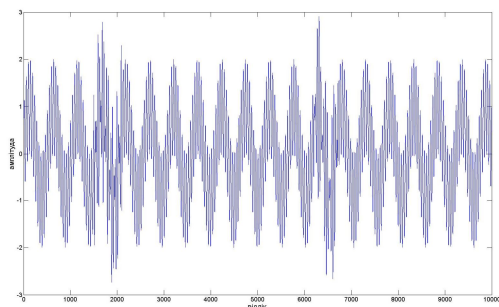


Рис. 3. Модельний сигнал №3

В останньому модельному сигналі (рис. 4) короткі періоди проявляються на нетривалих проміжках, що слідують один за одним – з відліку 1500 по 2100 проявляється період 35, з 2100 по 2700 період 31, і з 2700 по 3300 період 37.

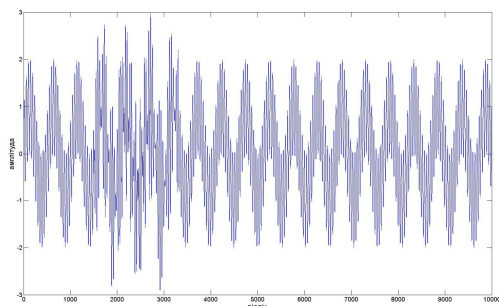


Рис. 4. Модельний сигнал №4

Результати Для обраних модельних сигналів були отримані наступні результати.

В першому випадку чітко виділяються усі періоди, причому в залежності від рівня розвинення. Коротші періоди детектуються на менших рівнях вейвлет-розвинення і не проявляються на вищих, а більші періоди навпаки (рис. 5, 6).

Для сигналів №3 та №4, в яких короткі періоди проявляються лише на незначній частині сигналу, що аналізується, теж було отримано їх чітку часову локалізацію (рис. 7, 8).

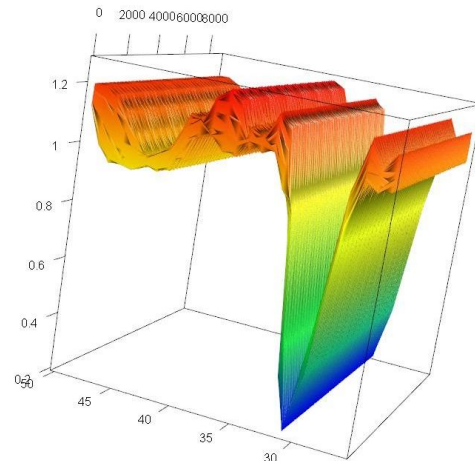


Рис. 5. Значення характеристики для першого рівня розвинення сигналу №1

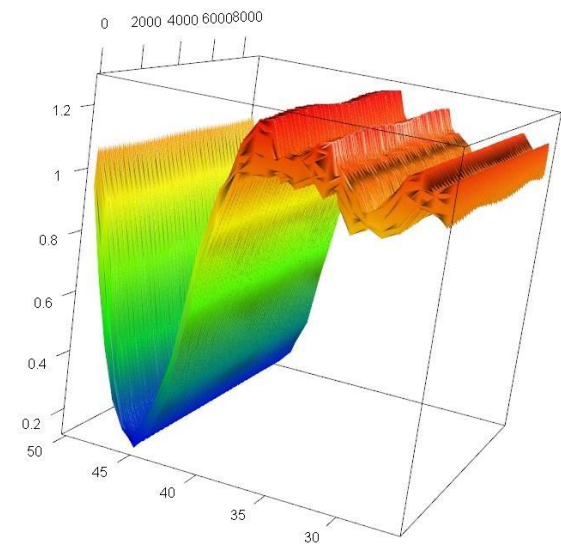


Рис. 6. Значення характеристики для п'ятого рівня розвинення сигналу №1

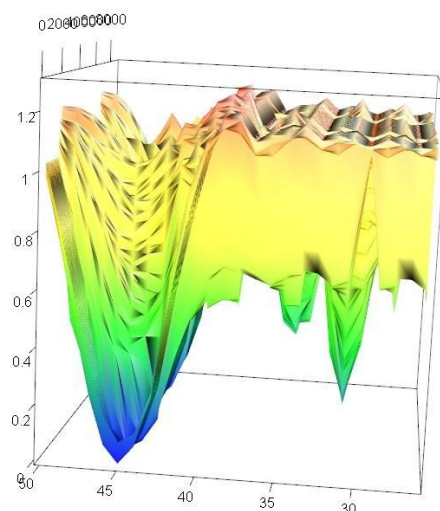


Рис. 7. Значення характеристики для другого рівня розвинення сигналу №3

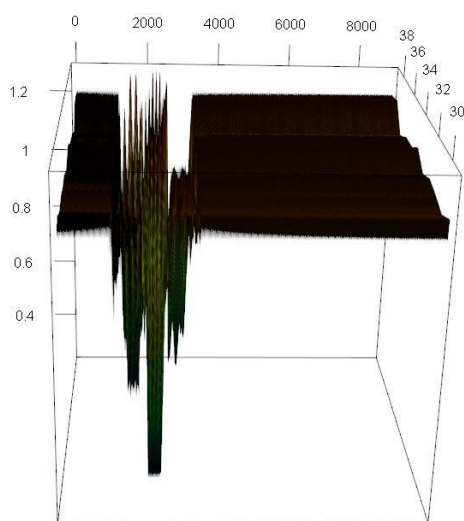


Рис. 8. Значення характеристики для третього рівня розвинення сигналу №4

А ось у випадку постійної присутності в сигналі достатньо близьких періодів виникають труднощі з їх виявленням (рис. 9).

Аналогічні проблеми виникають і у базового алгоритму WPDM (рис. 10). Хоча він вірно визначає періоди, що присутні в сигналі, проте значення його характеристики для них більше, ніж 0.5.

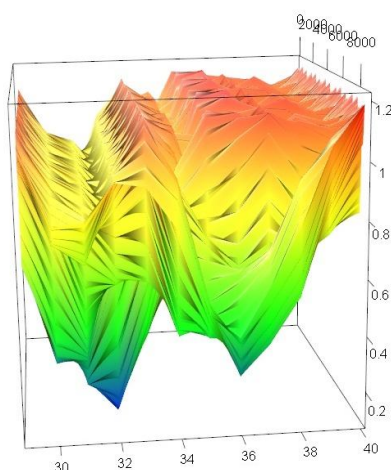


Рис. 9. Значення характеристики для третього рівня розвинення сигналу №2

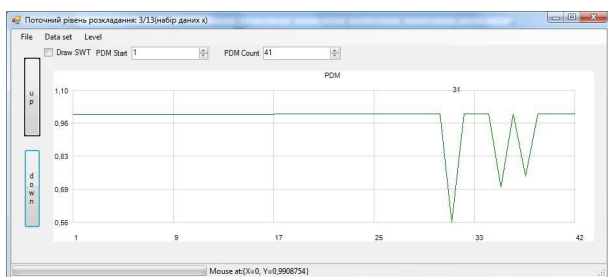


Рис. 10. Значення характеристики методу WPDM для третього рівня розвинення сигналу №2

Висновки В результаті проведених експериментів можна зробити наступні висновки.

Запропонована авторами модифікація методу виявлення періодичностей на основі аналізу мінімуму дисперсії, так само, як і базовий метод, дозволяє чітко виявляти періоди, які проявляються по всій довжині досліджуваного сигналу, а їх значення не лежать поруч одне з одним.

Якщо період проявляється лише на деякій невеликій частині сигналу, що аналізується, то метод WPDM, на відміну від запропонованої модифікації, не дозволяє визначити його присутність. Застосування ковзного вікна забезпечує чітку часову локалізацію моментів тимчасових проявів подібних періодичностей. Так само вона впорюється із ситуацією, коли один період плавно переходить в інший.

Обидва методи не дають чіткої відповіді стосовно величин наявних в сигналі періодів, якщо останні дуже близькі один до одного. Розв'язання даної проблеми планується в подальшому.

Додаткового дослідження вимагає питання співвідношення ширини ковзного вікна та значень шуканих періодів.

Література

1. Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. – М.: Наука, 2007. – 228 с.
2. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005. – 672 с.
3. J.J.Benedetto, G.E. Pfander Wavelet periodicity detection algorithms // Wavelet Applications in Signal and Image Processing VI, vol. 3458 of Proceedings of SPIE, 1998, pp. 48-55
4. X. Otazu, M. Rib`o, M. Peracaula, J. N`unez Detection of superimposed periodic signals using wavelets // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 333 (2), 2002, pp. 365-372
5. Y. Li, Z. Xie The wavelet detection of hidden periodicities in time series // Statistics & Probability Letters, 35(1), 1997, pp. 9-23
6. Дичка І.А., Костенко К.О., Кашинець А.Я. Модифікація методу WPDM для виявлення заданих періодичностей // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2012. – № 8 (179) – С. 36-40

References

1. Ljubushin A.A. Analiz dannyh sistem geofizicheskogo i jekologicheskogo monitoringa. – М.: Nauka, 2007. – 228 s.
2. S. Mallat A wavelet tour to of signal processing, 2nd Edition, Academic Press, 1999
3. J.J.Benedetto, G.E. Pfander Wavelet periodicity detection algorithms // Wavelet Applications in Signal and Image Processing VI, vol. 3458 of Proceedings of SPIE, 1998, pp. 48-55
4. X. Otazu, M. Rib`o, M. Peracaula, J. N`unez Detection of superimposed periodic signals using wavelets // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 333 (2), 2002, pp. 365-372

5. Y. Li, Z. Xie The wavelet detection of of hidden periodicities in time series // Statistics & Probability Letters, 35(1), 1997, pp. 9-23
6. Dichka I.A., Kostenko K.O., Kashhinec' A.Ja. Modifikacija metodu WPDM dlja vijavlenja zadanih periodichnostej // Visnik Shidnoukrains'kogo nacional'nogo universitetu im. V. Dalja. – 2012. – № 8 (179) – S. 36-40

Костенко Е.А., Вергун К.В. Особенности оконной модификации метода WPDM поиска периодичностей.

В данной статье авторами выполнено исследование особенностей работы предложенной ранее модификации метода поиска периодичностей на основе теории вейвлетов. Для проверки качества определения наличия периодов были выбраны сигналы, которые моделируют, возникающие в реальных сигналах (к примеру, данных измерений геомагнитного поля). Полученные результаты показывают, что предложенный подход позволяет определить наличие периодов, которые проявляются на протяжении небольшого временного промежутка.

Ключевые слова: поиск периодичностей, вейвлет-преобразование

Kostenko K.O., Verhun K.V. Specifics of WPDM Method Window Modification for Periodicity Detection.

In this article the features of the previously proposed by authors modification of the periodicity detection method based on wavelet transforms are investigated. In order to check the quality of periodicity detection some model signals that match real data are chosen. Obtained results show that proposed approach correctly solves the main task it was developed for. Proposed modification correctly detects periods that occur during short period of time. Also the directions of future researches are defined.

Keywords: periodicity detection, wavelet transform

Костенко К.О. – асистент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУУ «КПІ»

Вергун К.В. – студент кафедри прикладної математики НТУУ «КПІ»

Рецензент: **Дичка І.А.** – д.т.н., професор, завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУУ «Київський політехнічний інститут».

Стаття подана: 20.03.2013