

Застосування Трійкового Симетричного Вейвлет-Перетворення для Підвищення Ефективності Керування Процесом Буріння Нафтових і Газових Свердловин

Артем Ізмайлов

*кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем
Прикарпатський національний університет
Івано-Франківськ, Україна
aiartefact@gmail.com*

Application of Symmetric Ternary Wavelet Transform to Increase Effectiveness of Controlling the Drilling Process for Oil and Gas Wells

Artem Izmailov

*dept. of Computer Science and Information Systems
Precarpathian National University
Ivano-Frankivsk, Ukraine
aiartefact@gmail.com*

Анотація—Розроблено пристрій реалізації трійкового симетричного вейвлет-перетворення. Оцінено ефективність застосування розробленого пристрою у якості компонента комплексу засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин.

Ключові слова—цифрова обробка інформації; дискретне вейвлет-перетворення; трійкове симетричне вейвлет-перетворення; керування процесом буріння нафтових і газових свердловин

Abstract—Device for performing symmetric ternary wavelet transform was synthesized. The introduced device was applied as the component of the complex for ground-based control and management of drilling oil and gas wells. Effectiveness of the described application was estimated.

Keywords—digital information processing; discrete wavelet transform; symmetric ternary wavelet transform; controlling the drilling process for oil and gas wells

I. ВСТУП

Одним із актуальних завдань цифрової обробки інформації (ЦОІ) є стиснення даних [1–3]. Одним з

шляхів розв'язання даного завдання є застосування вейвлет-перетворень (ВП), при якому зберігаються не самі дані, а коефіцієнти відповідного перетворення, причому, близькі до нуля коефіцієнти відкидаються [1–3]. Водночас, успішний синтез дискретного трійкового симетричного вейвлет-перетворення (ТСВП) та доведена ефективність його застосування у системах ЦОІ [2] вказують на необхідність застосування даного перетворення для розв'язання заданої задачі.

Метою дослідження є розробка апаратно-програмного засобу реалізації ТСВП та його застосування для стиснення даних у комплексі засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в успішній розробці апаратно-програмного засобу реалізації ТСВП та його застосуванні для підвищення ефективності функціонування комплексу засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Детальну інформацію про ТСВП та показники його ефективності можна знайти у [2]. З метою спрощення апаратної реалізації пристрою ЦОІ на основі ТСВП, використано плату розробки Arduino Mega 2560 Rev3, яка містить мікроконтролер ATmega2560, у якості обчислювального елемента, а мікроконтролер ATmega16U2 використано для перетворення інтерфейсів зв'язку. Для забезпечення взаємодії розробленого пристрою з комп'ютером та управління перебігом процесу ЦОІ розроблено програмний засіб «Symmetric Ternary Wavelet Transform MC Performer», написаний мовою програмування C#.

Розроблений апаратно-програмний засіб застосовано у якості компонента комплексу засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин СКУБ-М2 [4] (рис. 1).



Рис. 1. Структурна схема комплексу СКУБ-М2 з включенням до його складу апаратно-програмним засобом реалізації ТСВП

Функції пристрою реєстрації інформації комплексу СКУБ-М2, які стосуються ведення архіву, пов'язані з даними, які, в більшості випадків, є надлишковими, оскільки, пов'язані з циклічними процесами у буровому обладнанні, і допускають похибку до 5% при стисненні [5], зокрема, шляхом відкидання близьких до нуля коефіцієнтів вейвлет-перетворення.

Для оцінювання ефективності розробленого засобу здійснено порівняння значень критерію середньої абсолютної похибки у відсотках $MAPE$ (mean absolute percentage error) відновлення даних (1) [3] за частиною коефіцієнтів перетворення, одержаних для ТСВП (ST), вейвлета Хаара (haar), вейвлета Добеші 4-го порядку (db4) та біортогонального вейвлета з параметрами 2.6 (bior2.6) при відновленні послідовностей значень технологічного параметра моменту механічного лівого

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{|X(i) - X_r(i)|}{X(i)} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де N – кількість відліків у векторі вхідних даних X , $X(i)$ – вхідні дані, $X_r(i)$ – відновлені дані після зменшення надлишковості.

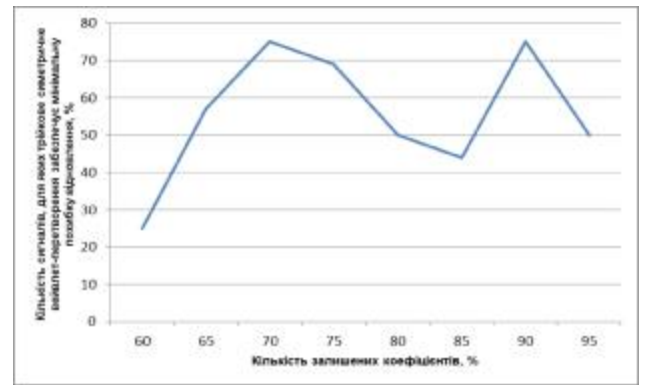


Рис. 2. Графік залежності кількості сигналів, для яких ТСВП забезпечує мінімальну похибку відновлення (1), від кількості залишених коефіцієнтів ВП

З графіка на рисунку 2 випливає, що мінімальна похибка відновлення (1) забезпечується ТСВП для 75% тестових послідовностей значень технологічного параметра моменту механічного лівого, у випадку відновлення за 70% та 90% коефіцієнтів перетворення. Максимальне зменшення надлишковості при допустимих значеннях похибки відновлення досягається усіма проаналізованими ВП при збереженні 70% коефіцієнтів перетворення. При цьому, застосування ТСВП забезпечило, в загальному випадку, наступний приріст ефективності за критерієм мінімальної похибки відновлення (1): у порівнянні з haar – 20%, db4 – 8%, bior2.6 – 18,5%.

ВИСНОВКИ

Таким чином, застосування розробленого апаратно-програмного комплексу реалізації ТСВП для зменшення надлишковості значень технологічного параметра моменту механічного лівого у комплексі засобів наземного контролю і керування процесом буріння нафтових і газових свердловин СКУБ-М2 дозволило зменшити похибку відновлення до 20%, у порівнянні з іншими ВП. Подальші дослідження полягають у вдосконаленні розробленого засобу реалізації, а також, у його застосуванні у якості компонента відмінних від проаналізованих, комплексів обробки цифрових даних.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] E. Ifeachor, B. Jervis: Digital Signal Processing: A Practical Approach (2nd Edition), Prentice Hall, Harlow, 2001.
- [2] А.В. Измайлов та Л.Б. Петришин, Дискретне трійкове симетричне вейвлет-перетворення та його застосування для цифрової обробки інформації у розподілених системах управління, Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання: матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2018, С. 152-155.
- [3] Д. Сэломон, Сжатие данных, изображений и звука, пер. с англ. В.В. Чепыжова. М.: Техносфера, 2004.
- [4] "Івано-Франківське СКБ ЗА. Каталог продукції. СКУБ-М2.," Івано-Франківське СКБ ЗА, 2018. [Online]. Available: http://skbza.if.ua/cat_5ua.htm. [Accessed 11 October 2018].
- [5] Л. М. Заміховський, В. А. Ровінський та О. В. Євчук, Діагностика технічного стану штангових глибинно-насосних установок, Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2006.