

УДК004.383.3

Ярослав Литвиненко, к.т.н., доц., Павло Марушак, д.т.н., проф., Тетяна Лавренюк
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

СЕГМЕНТАЦІЯ ЦИКЛІЧНИХ СИГНАЛІВ В ЗАДАЧАХ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ: ДЕТЕРМІНОВАНИЙ ПІДХІД

Розглянуто метод сегментації циклічних сигналів на основі детермінованої математичної моделі, у вигляді циклічної числової функції із сегментною структурою. Оцінено точність розробленого методу сегментації для сигналів різної фізичної природи

Ключові слова: Сегментація, сегментна структура, циклічний сигнал, циклічна числова функція.

Iaroslav Lytvynenko, Pavlo Maruschak, Tetyana Lavrenyuk **SEGMENTATION OF CYCLIC SIGNALS IN DIGITAL DATA PROCESSING PROBLEMS: DETERMINISTIC APPROACH**

The method of segmenting cyclic signals based on a deterministic mathematical model in the form of a cyclic numerical function with a segment structure is considered. The accuracy of the developed segmentation method for signals of different physical nature is evaluated.

Keywords: segmentation, segment structure, cyclic signal, cyclic numerical function.

В системах цифрового аналізу даних часто постає задача обробки, що полягає у сегментації (розбитті) сигналу на ділянки (сегменти) які характеризуються подібністю чи однаковістю. Така задача виникає під час створення систем автоматизованого діагностування, наприклад, при створенні систем діагностики серцево-судинної системи людини [1,2].

Розроблення сучасних інформаційних систем для автоматизованого аналізу та прогнозування деформаційної поведінки руйнування матеріалів нового покоління також потребує застосування коректного математичного опису взаємозв'язку між локальними морфоструктурними проявами та закономірностями їх самоузгодженого формування. Саме це, дозволяє оцінити неоднорідність напружено-деформованого стану системи, сприяє інтенсифікації технічного діагностування стану модифікованої поверхні, підвищує рівень достовірності аналізу. Отже, від ефективності створених методів сегментації значною мірою залежить достовірність результату діагностики стану фізіологічного або технічного об'єкта [3-5].

Тому, створення нових та вдосконалення існуючих методів та алгоритмів є важливою та актуальною науково-технічною задачею.

В даній роботі розглянуто метод сегментації детермінованих циклічних сигналів на базі математичної моделі у вигляді циклічної числової функції із сегментною структурою. Відомо, що циклічні сигнали характеризуються морфологічними та ритмічними ознаками, Тому, для побудови методу сегментації детермінованих циклічних сигналів слід врахувати особливості (параметри) сигналу які б були чутливі та реагували на переходи між сегментами-циклами чи сегментами-зонами.

Циклічні сигнали характеризуються змінним чи постійним, стабільним ритмом. У випадку коли ми маємо справу із сигналами які характеризуються стабільним ритмом (періодичні) важливою задачею є оцінка періоду. Для вирішення цієї задачі, також можна використовувати процедуру сегментації.

Послідовність кроків алгоритму сегментації детермінованих циклічних сигналів виглядає наступним чином:

1. Оцінка сегментної структури (попередня сегментація);
2. Оцінка циклічної структури;
3. Уточнення сегментної структури (зонно-циклічної структури);
4. Уточнення сегментної структури (зонної структури);
5. Оцінка ритму.

Структурна схема алгоритму розробленого методу сегментації подана на рисунку 1.

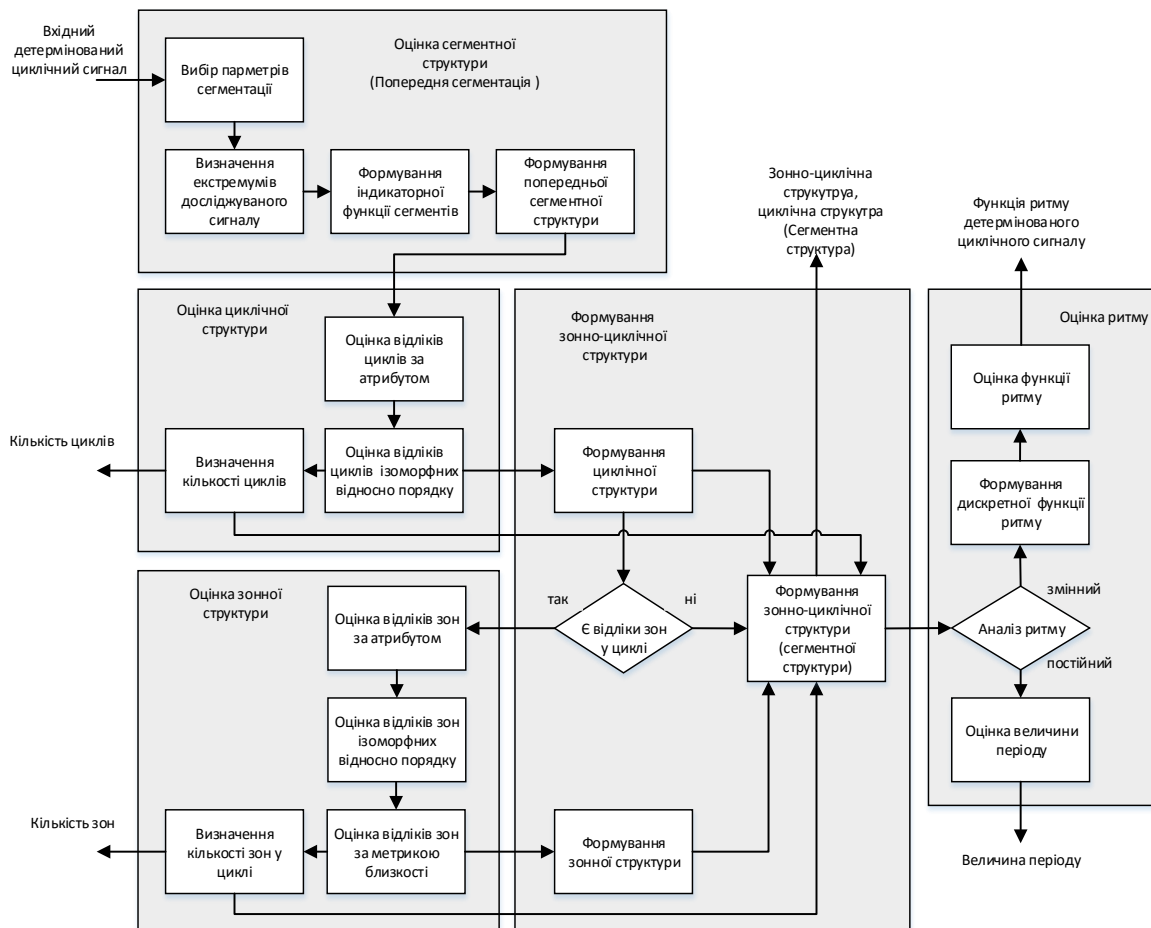


Рис. 1. Структурна схема алгоритму сегментації детермінованих циклічних сигналів

Для тестування розробленого методу та програмного забезпечення було змодельовано детерміновані циклічні тестові сигнали, приклад подано на рисунку 2а. Тестові сигнали були змодельовані з врахуванням різних функцій ритму, приклад подано на рисунку 2.б, дана функція враховує сегментну структуру і відображає ритмічну структуру циклічного сигналу (задає стабільний чи змінний ритм). Для оцінки точності роботи методу використовувались сигнали з наперед відомою, заданою сегментною структурою. Проведена оцінка точності методу відносна похибка сегментації становить не більше 0,04 відсотка.

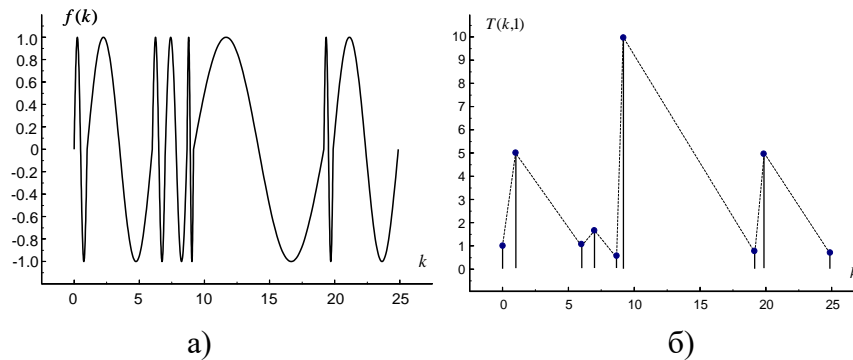


Рис. 2. Детермінований циклічний сигнал та його дискретна функція ритму: а) змодельований детермінований циклічний сигнал; б) дискретна функція ритму детермінованого циклічного сигналу

Створене програмне забезпечення дозволяє сегментувати циклічні детерміновані сигнали та проводити їх аналіз. Практична цінність таких досліджень полягає, на нашу думку, у розробленні сучасних методів оцінювання властивостей характерних сегментів досліджуваних сигналів. Отримана інформація - сегментна структура може бути використана для задач подальших досліджень, наприклад, для оцінки функції ритму циклічного сигналу та моделювання детермінованих циклічних сигналів. Використання даного програмного забезпечення може бути корисним в задачах обробки циклічних сигналів у медицині, фізиці, механіці, матеріалознавстві тощо.

Таким чином, розроблений метод дозволив проводити сегментацію циклічних детермінованих сигналів, а також періодичних сигналів і формувати сегментну структуру. Із отриманої сегментної структури визначати функцію ритму чи оцінювати період для досліджуваних періодичних сигналів. В подальших дослідженнях планується провести апробацію даного методу на різних детермінованих циклічних сигналах в медицині та механіці.

Література

1. Литвиненко Я. Статистичний метод визначення зонної структури електрокардіосигналу в автоматизованих діагностичних системах / Я. Литвиненко, С. Лупенко, Л.Щербак // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2005. – Т. 10. – №3. – С.144–154.
2. Литвиненко Я.В. Програмний комплекс для обробки та моделювання синхронно зареєстрованих кардіосигналів з використанням моделей та методів теорії циклічних функціональних відношень / Я.В. Литвиненко, С.А. Лупенко, А.С. Сверстюк // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький. – 2009. – № 5. – С. 80–87
3. Литвиненко Я.В. Програмний комплекс для морфологічного аналізу та аналізу серцевого ритму з підвищеною інформативністю Н.С. Луцик, Я.В. Литвиненко, С.А. Лупенко, А.М. Зозуля // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2016. – №1 (35). – С. 13–22.
4. Lytvynenko I. Segmentation and statistical processing of geometric and spatial data on self-organized surface relief of statically deformed aluminum alloy / I. Lytvynenko, P. Maruschak, S. Lupenko, S. Panin // Applied Mechanics and Materials. – 2015. – Vol. 770. – P. 288–293.
5. Lytvynenko I.V. Software for segmentation, statistical analysis and modeling of surface ordered structures // I.V. Lytvynenko, P.O. Maruschak, S.A. Lupenko, Yu. I. Hats, A. Menou, S.V. Panin // AIP Publishing. – 2016, Vol. 1785. – P. 030012-1-030012-7.