

УДК 614.8.013:519.711.3

Беньо А.М. – студент гр. РМмз-61

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ШУМУ ДЛЯ ЗАДАЧІ СПЕКЛ-ТРЕКІНГ ЕХОКАРДІОГРАФІЇ

Науковий керівник: к.т.н., доц. Бачинський М.В.

Спекл-трекінг ехокардіографія – метод дослідження переміщень та деформацій міокарду з використанням спекл-інтерферометрії. Фізичною її основою є використання унікальної спекл-структури, що завжди має місце при отриманні сірошкального ультразвукового зображення внаслідок інтерференції ехо-сигналів. Будь-який сегмент міокарда з точки зору цієї технології є унікальним і його індивідуальні особливості зберігаються під час руху міокарда. Оскільки метод тільки починає використовуватися у клінічній практиці, важливими є проблеми стандартизації дослідження та визначення нових показників кінетики та деформації міокарда в нормі [1]. Важливим елементом імітаційного моделювання, без якого неможливі тестування та верифікація методу, є генерування спекл-шуму. Відомі математичні моделі спекл-шуму не враховують фізичну природу його утворення. Так, в [2] і [3] використовується модель зображення $F(x, y)$ у вигляді суми адитивної $n_a(x, y)$ та мультиплікативної $n_m(x, y)$ складових.

В праці [4] автори пропонують розглядати кореляцію інтенсивностей окремих пікселів в межах «зерна», що дає змогу зімітувати характерну зернисту структуру шуму. Сам шум при цьому описується статистичною моделлю у вигляді закону розподілу (найчастіше Гауса, хоча використовуються й інші). Для задачі спекл-трекінгу потрібна більш детальна структура моделі шуму, яка б враховувала фізичну природу його утворення, геометричні параметри схеми та частоту ультразвукових коливань.

Пропонуємо математичну модель спекл-шуму у такому вигляді:

$$n(x, y) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J n_{ij}(x, y) = a \cos\left(b\pi \frac{\sqrt{(i-x)^2 + (j-y)^2}}{c}\right).$$

Параметр a характеризує інтенсивність шуму, Параметр b пов'язаний з довжиною хвилі ультразвуку, параметр c характеризує геометричні параметри схеми вимірювання та пов'язану з ними інтерференційну картину. i та j - координати центрів джерел вторинного випромінювання.

Література:

1. Дзяк Г.В. Двовимірна спекл-трекінг ехокардіографія – нова технологія дослідження кінетики та деформації міокарда. Методологія та референтні значення / Г.В. Дзяк, М.Ю. Колесник // Клінічна медицина. – 2012. – 12 Том XVII/2. – С.1-6.
2. J.F. Chen, Non-Gaussian Versus Non-Rayleigh Statistical Properties of Ultrasound Echo Signals. / J.F.Chen, J. A. Zagzebski, E. L. Madsen // IEEE transactions on ultrasonics Ferroelectrics and frequency control. – 1994.– vol 41. – № 4 – P. 435– 440.
3. 4. R F. Wagner, Statistics of speckle in ultrasound B-scans / S W. Smith, J M. Sandrik, H. Lopez // IEEE transactions on ultrasonics. – 1983. – vol.30. – №3. – P.156– 163.
4. Білинський Й.Й. Математична модель спекл-шуму та аналіз фільтрів обробки УЗД зображень / Й.Й. Білинський, А.О. Мельничук, О.А. Павлюк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. - №2. – С.152-157.