

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ПРИ РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто статистично-кореляційний підхід до формування інформативних ознак при розробці системи прийняття рішень для діагностики біологічних тканин засобами лазерної поляриметрії, запропоновано та апробовано реалізацію мовою java відповідного програмного блоку.

Ключові слова: підтримка прийняття рішень, інформативні ознаки, статистичні оцінки, кореляційні оцінки, нечітка логіка, система лазерної поляриметрії, біологічні тканини

Abstract

The statistical-correlation approach to the formation of informative features in the development of the decision-making system for the diagnosis of biological tissues by means of laser polarimetry is considered, and the implementation in Java of the corresponding program block is proposed and tested.

Keywords: decision-making support, informative features, statistical estimates, correlation estimates, fuzzy logic, laser polarimetry, biological tissues.

Вступ

Сучасні інформаційні технології для підтримки прийняття рішень є сьогодні важливим інструментом при розробці систем медичного діагностування, що базуються на новітніх фізичних принципах отримання, візуалізації, оброблення та аналізу зображень біологічних тканин (БТ) при оцінюванні патологічних змін.

Зокрема, лазерна поляриметрія [1] дозволяє оцінювати патологічні зміни за поляризаційними зображеннями поля лазерного випромінювання, що пройшло через зразок біологічної тканини. Інтерпретація поляризаційних зображень біологічних шарів в процесі діагностування потребує у лікарів досить багато зусиль та часу. Лікареві-діагносту потрібно налаштувати свій спосіб мислення так, щоб отримати цілісну картину і при цьому уникнути помилок та правильно поставити діагноз.

Тому виникає потреба у розробці систем підтримки прийняття рішень для діагностичної системи лазерної поляриметрії біологічних тканин. Вимоги до оперативності прийнятого рішення, затребуваних характеристик комп'ютерного обладнання, а, головне, складний характер отриманих розподілів поляризаційних зображень біологічних шарів, обумовлюють актуальність розроблення програмного комплексу для аналізу зазначених поляризаційних зображень з метою формування інформативних ознак для подальшого їх використання в системі підтримки прийняття рішень (СППР).

Результати дослідження

Відомий підхід до формування інформативних ознак для підтримки прийняття рішень в системі лазерної поляриметричної діагностики біологічних шарів базується на комплексному застосуванні статистичного, кореляційного та фрактального підходів [2] до аналізу розподілів отриманих поляризаційних зображень БТ та розподілів їх відтворених орієнтаційно-фазових параметрів.

Статистичну структуру отриманих зображень характеризує сукупність статистичних моментів першого порядку (M_1), другого порядку (M_2), третього порядку (M_3) (асиметрія) і четвертого порядку (M_4) [2]:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\alpha)_j; & M_3 &= \frac{1}{M_2^3} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\alpha^3)_j; \\ M_2 &= \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\alpha^2)_j}; & M_4 &= \frac{1}{M_2^2} \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (\alpha^4)_j, \end{aligned} \quad (1)$$

де N - повна кількість пікселів камери, яка реєструє поляризаційно-неоднорідне зображення БШ, а α – інтенсивність чергового пікселя даного зображення.

В основу аналізу зображень БШ покладено метод автокореляції з використанням усередненої в межах всіх N рядків автокореляційної функції $R_j(s)$ [3], наприклад, для розподілу елементів мапи азимутів $\alpha(x, y)$

Для об'єктивного оцінювання автокореляційних розподілів $\bar{K}(s)$ елементів поляризаційних зображень використовуються їх статистичні характеристики у вигляді оцінки статистичного моменту 1-го порядку (Q_1), оцінок статистичних моментів 2-го порядку (Q_2), 3-го порядку (Q_3) та 4-го порядку (Q_4) [2, 3].

Було розроблено дві програмні реалізації вищенаведеного математичного апарату для формування інформативних параметрів: засобами пакету прикладних програм MATLAB та мовою програмування Java. Порівняння запропонованих реалізацій дозволило встановити переваги другого варіанту реалізації за рахунок меншої вартості, більшої швидкодії та менших вимог до параметрів комп'ютерного обладнання.

Отримані результати обчислень статистичних та кореляційних моментів мап азимутів зображень, наприклад, для біологічного зрізу міокарда наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Середнє і стандартне відхилення параметрів мап азимутів поляризації лазерних зображень зрізів міокарда

Параметр	Азимути поляризації		
	Контрольна група (гр.1)	Гостра коронарна недостатність (гр.2)	Хронічна ішемічна хвороба серця (гр.3)
M_1	0,16±0,012	0,09±0,008	0,11± 0,011
M_2	0,34±0,021	0,21±0,016	0,23±0,017
M_3	0,61±0,052	0,39±0,028	0,48±0,045
M_4	1,13±0,011	1,27±0,023	0,89±0,014
$Q_2(x)$	0,07±0,004	0,13±0,0011	0,11±0,01
$Q_4(x)$	2,02±0,15	1,23±0,12	1,68±0,15
$Q_2(y)$	0,09±0,006	0,28±0,003	0,21±0,02
$Q_4(y)$	1,9±0,17	1,65±0,11	1,87±0,18

За даними таблиці очевидно, що найбільш інформативними для діагностики захворювань міокарда є статистичні моменти поляризаційних мап M_3 та M_4 , а також кореляційний момент $Q_4(x)$. Аналіз отриманих результатів показує, що величини окремих параметрів є розмитими, або нечіткими. Це обумовлює застосування апарату нечіткої логіки [4-6] для подальшого розроблення моделі прийняття рішення на основі визначених нечітких інформативних параметрів. Технологічно корисним для СППР може бути застосування підходу [7] з метою автоматизованого формулювання діагнозів та інших медичних документів на основі словника лінгвістичних змінних нечіткої моделі.

Висновки

Обґрунтовано актуальність формування інформативних параметрів системи підтримки прийняття рішення для діагностики біологічних тканин на прикладі медичної технології лазерної поляриметрії біологічних тканин.

Визначено математичні моделі та розроблено програмне забезпечення на MATLAB та Java для оцінки інформативних параметрів поляризаційних зображень біологічних тканин на основі статистичного та кореляційного підходів.

Методи нечіткої логіки визначено за базові для розробки системи підтримки прийняття рішення на основі запропонованих інформативних ознак поляризаційних зображень біологічних тканин. Запропоновано поєднання моделей нечіткої логіки та комп'ютерної лінгвістики з метою побудови модуля природно-мовного інтерфейсу для СППР в галузі медичної діагностики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методи і засоби поляризаційної поляриметрії біологічних тканин: монографія / [О.Г. Ушенко, С.В. Павлов, Н.І. Заболотна та ін.]; за ред. О. Ушенка. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 269 с.
2. Ushenko A.G. Laser polarimetry of biological tissue. Principles and applications. Chapter in the book Biomedical Diagnostics, environmental and material Science (V.V. Tuchin, ed.) / A.G. Ushenko, V .P. Pishak // Kluwer Academic Publishers. – 2004. – P. 93-136.
3. Поляризаційна корелометрія біологічних тканин людини. Монографія / [Ушенко О.Г., Пішак В.П., Пересунько О.П., Ушенко Ю.О.]. – Чернівці: Рута, 2007. – 608 с.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Заде Л. - М.: Мир. 1976. -167 с.
5. Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / Ротштейн А.П. - Винница: Контигент, 1996. - 132 с.
6. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / Ротштейн А.П. -Винница: Универсум-Винница, 1999. - 320 с.
7. Bisikalo O. Modeling the phenomenological concepts for figurative processing of natural-language constructions / Oleg Bisikalo, Yuriy Ivanov, Vladyslava Sholota // Proceedings of the 3rd International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems (COLINS-2019). Volume I: Main Conference. – Kharkiv, Ukraine, April 18-19, 2019. – Pp. 1-11.

Шолота Владислава Владиславівна — студент групи ІКТ-16б, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Vladislava.Sholota@gmail.com

Бісікало Олег Володимирович – д-р техн. наук, професор, декан факультету КСА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: obisikalo@vntu.edu.ua

Sholota Vladyslava V. — student group ICT-16b, Faculty of Computer Control Systems and Automatics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Vladislava.Sholota@gmail.com

Bisikalo Oleg V. – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty for Computer Systems and Automatic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: obisikalo@vntu.edu.ua