

Мюллер-матрична томографія плівок плазми крові при захворюваннях молочної залози

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проаналізовані статистичні моменти та визначення інформативних параметрів Мюллер-матричної томографії плівок плазми крові для диференціювання норми та патології молочної залози людини.

Ключові слова: Мюллер-матрична томографія, поляризація, біологічна тканина, статистичні моменти.

Abstract

In the work was analyzed the statistics moments and defining informative parameters Mueller-matrix tomography blood plasma network for differentiation of normal and mammary gland cancer.

Keywords: Mueller-Matrix tomography, polarization, biological tissue, statistical moments.

Методи і системи лазерної поляриметрії, що знаходять своє використання сьогодні в медицині для діагностичних потреб, дозволяють отримувати якісно нові результати при дослідженнях морфологічного і функціонального стану біологічних об'єктів і можуть доповнювати традиційні методи діагностики захворювань. За останні роки в рамках напрямку оптичної діагностики біологічних рідин, таких як кров, сеча, жовч та інші, сформувався новий напрям – лазерна поляриметрія оптико-анізотропної складової біологічних рідин [1,2].

В основу моделювання оптичних властивостей, наприклад, плазми крові покладено положення про анізотропію протейнових мереж біологічних тканин [1]:

- плівка плазми крові людини розглядається у вигляді двокомпонентної аморфно-кристалічної структури;
- кристалічна компонента сформована сукупністю (мережею) кристалів альбуміну і глобуліну;
- оптично рідкі кристали амінокислот володіють властивостями оптично одноосних двопронезаломлюючих кристалів, які характеризуються матричним оператором Мюллера наступного вигляду:

$$\{Z\}_j = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & z_{22} & z_{23} & z_{24} \\ 0 & z_{32} & z_{33} & z_{34} \\ 0 & z_{42} & z_{43} & z_{44} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

де

$$Z_{ik}(\rho, \delta) = \begin{cases} z_{22} = \cos^2 2\rho + \sin^2 2\rho \cos \delta; \\ z_{23;32} = \cos 2\rho \sin 2\rho (1 - \cos \delta); \\ z_{33} = \sin^2 2\rho + \cos^2 2\rho \cos \delta; \\ z_{34;43} = \pm \cos 2\rho \sin \delta; \\ z_{24;42} = \pm \sin 2\rho \sin \delta; \\ z_{44} = \cos \delta; \end{cases} \quad (2)$$

тут ρ - напрямок оптичної осі кристалу амінокислоти білка плазми крові; $\delta = 2\pi/\lambda \Delta nd$ - фазовий зсув, який вноситься між ортогональними складовими амплітуди лазерної хвилі довжиною

λ , що проходить крізь білок з поперечним геометричним розміром d та показником двопронезаломлення Δn .

Найбільш об'єктивно статистичну структуру координатних розподілів поляризаційних і фазових параметрів лазерного зображення плівки плазми крові характеризує сукупність моментів $M_{j=1;2;3;4}^{\alpha;\beta;\delta}$ обчислена за співвідношенням [1]

$$M_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |P_{ij}|; \quad M_2 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{ij})^2};$$

$$M_3 = \frac{1}{M_2^3} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{ij})^3; \quad M_4 = \frac{1}{M_2^4} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_{ij})^4;$$
(3)

Для отримання експериментальних результатів по вимірюванню елементів матриці Мюллера плівок плазми крові була використана схема інтелектуальної системи Мюллер-матричної томографії оптико-анізотропної структури біологічних тканин та рідин в режимі Мюллер-картографування [2,3].

В якості досліджуваних матеріалів було використано 6 зразків плазми крові для 2 груп пацієнтів (по 3 зразки в кожній групі) з верифікованими діагнозами «норма» та «патологія», наданим НВП «Медівін» (м. Вінниця) Після вимірювання матриць Мюллера для досліджуваних зразків за допомогою зазначеної системи та проведення обчислення статистичних моментів отриманих розподілів елементів матриці Мюллера були отриман результати, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 –Статистичні моменти розподілу $p_{ik}(m \times n)$

p_{ik}	M_j	Норма	Рак молочної залози
p_{22}	M_1	0.73 ± 0.087	0.72 ± 0.084
	M_2	0.06 ± 0.008	0.07 ± 0.009
	M_3	1.68 ± 0.23	0.31 ± 0.037
	M_4	3.25 ± 0.44	0.47 ± 0.054
p_{33}	M_1	0.76 ± 0.088	0.78 ± 0.084
	M_2	0.04 ± 0.006	0.06 ± 0.008
	M_3	0.43 ± 0.057	0.32 ± 0.039
	M_4	2.42 ± 0.31	1.32 ± 0.18
p_{44}	M_1	0.17 ± 0.022	0.32 ± 0.041
	M_2	0.12 ± 0.018	0.14 ± 0.018
	M_3	0.23 ± 0.033	0.28 ± 0.036
	M_4	2.09 ± 0.27	0.11 ± 0.015
p_{23}	M_1	0.19 ± 0.024	0.16 ± 0.021
	M_2	0.05 ± 0.007	0.03 ± 0.004
	M_3	0.87 ± 0.093	0.16 ± 0.022
	M_4	7.27 ± 0.96	0.35 ± 0.045
p_{24}	M_1	0.21 ± 0.028	0.17 ± 0.024
	M_2	0.06 ± 0.008	0.03 ± 0.005
	M_3	0.99 ± 0.11	0.13 ± 0.017
	M_4	2.58 ± 0.32	2.72 ± 0.33
p_{34}	M_1	0.15 ± 0.019	0.34 ± 0.042
	M_2	0.10 ± 0.012	0.11 ± 0.015
	M_3	0.96 ± 0.099	0.19 ± 0.025
	M_4	2.34 ± 0.28	0.25 ± 0.029

Проаналізувавши статистичні моменти розподілу $p_{ik}(m \times n)$, отримано зображення діапазонів змінювання статистичних моментів (рис. 1). На їх основі можна обґрунтувати, які статистичні можна вважати інформативними, а які – ні.

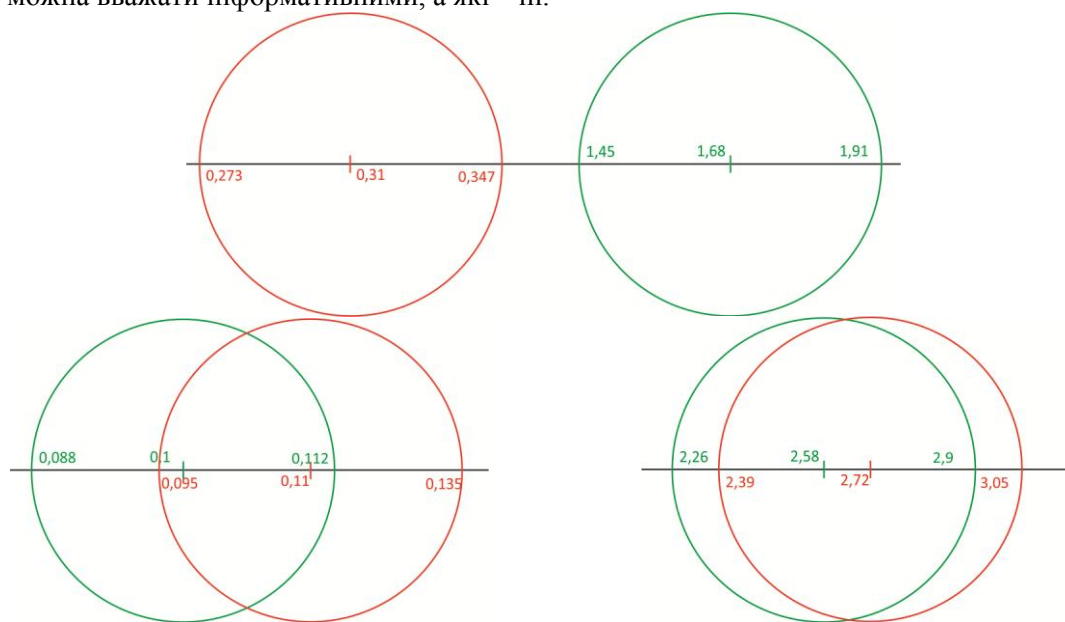


Рисунок 1 – а) інформативний статистичний момент: M_3 елементу матриці Мюллера p_{22} ; б) частково інформативний M_2 відповідно p_{34} ; в) неінформативний M_4 відповідно p_{23}

Подальшою метою є визначення інформативних параметрів Мюллер-матричної томографії плівок плазми крові для диференціювання норми і патології молочних залоз людини. З аналізу даних, що наведено у таблиці 1, можна зробити висновок, що неінформативними є статистичні моменти: M_1 елементів матриці Мюллера p_{22} ; M_1 відповідно p_{33} та M_4 відповідно p_{24} ; M_2 статистичного моменту елементу матриці Мюллера p_{22} ; M_2 та M_3 відповідно p_{44} ; M_1 та M_4 відповідно p_{23} ; M_1 відповідно p_{24} ; M_2 відповідно p_{34} є частково інформативними. Усі інші статистичні моменти є інформативними, тому за ними можна діагностувати наявність чи відсутність патології молочної залози.

Наступною задачею є побудова інформаційної технології підтримки прийняття рішення на основі нечіткої логіки про наявність чи відсутність патології молочної залози людини. Було розроблено приклад бази даних для діагностування станів «норма», «рак молочної залози» на основі наявних результатів для 6 зразків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи лазерної поляриметрії. –Част.1.:Біологічні тканини : монографія / Під ред.. О.Г. Ушенка – Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2010. – 588 с.
2. Заболотна Н.І. Діагностичні можливості орієнтаційної та фазової мюллер - матричної томографії полікристалічних мереж плазми крові / Н. І. Заболотна, С.В. Павлов // Фотобіологія і фотомедицина . -2014, №3,4. С. 101-106.
3. A multifunctional automated system of 2D laser polarimetry of biological tissues / Natalia I. Zabolotna; Kostiantyn O. Radchenko // Proc. SPIE. 9205, Reflection, Scattering, and Diffraction from Surfaces IV, 92050V. (September 05, 2014)
4. Ушенко о. Г., Заболотна Н. І. Мюллер-матрична двовимірна томографія багатoshарових полікристалічних тканин і рідин / О. Г. Ушенко, Н. І. Заболотна // Біомедичні оптико-електронні системи та прилади – 2010. – Том 2, №2 156-162 с.

*Шерба Ольга Костянтинівна – Факультет комп'ютерних систем та автоматики, група О-12б
Мельник Сергій Сергійович – Факультет комп'ютерних систем та автоматики, група О-12б*

Науковий керівник:

Заболотна Наталія Іванівна – к.т.н., доцент кафедри лазерної та оптико-електронної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, E-mail: Natalia.zabolotna@gmail.com

Natalia Zabolotna - Ph.D., assistant professor of laser and opto-electronic technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, E-mail: Natalia.zabolotna@gmail.com

Shcherba Olha K. - Faculty of Computer Systems and Automation, group O-12b

Sergey Melnik - Faculty of Computer Systems and Automation, group O-12b

Supervisor:

Natalia Zabolotnaya - Ph.D., assistant professor of laser and opto-electronic technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, E-mail: Natalia.zabolotna@gmail.com