

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ТКАНИН ЗА ПОЛЯРИЗАЦІЙНИМИ ЗОБРАЖЕННЯМИ ПЛІВОК ПЛАЗМИ КРОВІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В статті наведено архітектуру системи діагностики біологічних тканин на основі аналізу поляризаційних зображень плівок плазми крові, яка доповнена підсистемою підтримки прийняття рішення на нечіткій логіці. Виведено рівняння ухвалення рішень для норми та раку шлунку. Показано підвищення достовірності методу на прикладі діагностики патології шлунку.

Ключові слова: підтримка прийняття рішення, нечітка логіка, біологічний шар, поляризаційні зображення плазми крові.

Методи поляризаційної лазерної діагностики біологічних тканин та рідин володіють низкою переваг в ранній діагностиці патологічних та онкологічних станів внутрішніх органів. Так, за аналізом поляризаційних зображень плівок плазми крові та їх властивостей, отриманих на довжинах хвиль видимого діапазону спектру лазерного опромінюючого випромінювання, можна виявити зародження злжакісних процесів в тканинах внутрішніх органів людини [1, 2], що недоступно для інших методів променевої діагностики.

Значну роль на цьому етапі відіграють методи аналізу поляризаційних зображень плівок плазми крові та застосування методів підтримки прийняття рішень (ППР) з використанням сучасних інтелектуальних технологій, зокрема методів машинного навчання [3]. В той же час, відомі методи машинного навчання потребують наявності великого обсягу тренувальної вибірки зображень об'єктних поляризаційних полів перетвореного лазерного випромінювання, які характеризують конкретне захворювання. За умови їх відсутності перевагу мають принципи формування правил ухвалення рішення на нечіткій логіці [4], особливо враховуючи нечіткий характер сформованих баз знань.

Метою роботи є розгляд потенційних можливостей ППР на основі нечіткої логіки для підвищення достовірності методу діагностики раку шлунку на основі аналізу зображень елементів матриці Мюллера полікристалічної структури плівок плазми крові.

В роботі розглянуто оптичну модель плівок плазми крові на основі ізотропної та анізотропної складових при взаємодії із поляризованим лазерним випромінюванням, показано схему структурну системи лазерної плівки плазми крові, сформованих як зображення. Проведений статистичний, кореляційний та фрактальний аналіз зразків плівок плазми крові, взятої у здорових людей та хворих на рак шлунку, дозволив виявити інформативні ознаки для подальшої диференціації зразків в системі.

База знань в підсистемі ППР сформована за результатами отриманих усереднених в межах вибірки значень статистичних, кореляційних та спектральних моментів 1-го – 4-го порядку із зазначенням середньоквадратичних відхилень, які подано у вигляді нечітких множин. До них застосовано процедури нечіткого логічного виведення рішення у вигляді «нечіткої max-min композиції» Заде [], на основі яких отримано рівняння ухвалення рішення.

Доповнення поляризаційної системи діагностики біологічних тканин за поляризаційними плівками плазми крові підсистемою ППР обумовило збільшення достовірності діагностики раку шлунку до 95,2%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи лазерної поляриметрії. Біологічні рідини / [Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Дуболазов О.В. та ін.]; під ред. О.Г. Ушенка, Т.М. Бойчука. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. 656 с.
2. Заболотна Н.І., Шолота В.В. Система двохвильової лазерної діагностики молочних залоз за поляризаційним картографуванням зображень плівок плазми крові. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2024. №1. С.146–156.
3. Machine learning based local recurrence prediction in colorectal cancer using polarized light imaging» / A. Majumdar et al. *J. Biomed. Opt.* 2024. Vol. 29, No. 15. 052915. doi: 10.1117/1.JBO.29.5.052915.
4. Нечіткі моделі прийняття рішення при лазерній поляризаційно інваріантній діагностиці ішемії міокарда / Н.І. Заболотна, В.В. Шолота В.В., В.Ю. Масловський В.Ю. [та ін.]. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2023. №1. С. 97–105. DOI: 10.31649/1681-7893-2023-45-1-97-105.

Заболотна Наталія Іванівна — д.т.н, доцент, професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, natalia.zabolotna@vntu.edu.ua

Шолота Владислава Владиславівна – асистент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, lada.sholota@vntu.edu.ua

Крылик Людмила Вікторівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний університет, Вінниця, krylyk.l.v.@vntu.edu.ua

Zabolotna N.I., Sholota V.V., Krylik L.V.

DECISION-MAKING SUPPORT IN THE SYSTEM OF DIAGNOSTICS OF BIOLOGICAL TISSUES USING POLARIZATION IMAGES OF BLOOD PLASMA FILMS

Abstract

The article presents the architecture of a system for diagnosing biological tissues based on the analysis of polarization images of blood plasma films, which is supplemented by a decision support subsystem based on fuzzy logic. The decision-making equation for normal and gastric cancer is derived. The method's reliability is shown using the example of diagnosing gastric pathology.

Keywords: decision support, fuzzy logic, biological layer, polarization images of blood plasma.

Zabolotna N.I. - Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: natalia.zabolotna@vntu.edu.ua

Sholota V.V. - Assistant Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: lada.sholota@vntu.edu.ua

Krylik L.V. – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National University, Vinnytsia, krylyk.l.v.@vntu.edu.ua