

БЛОК КЛАСИФІКАЦІЇ ОЗНАК ДЛЯ СИСТЕМИ ФАЗОВОЇ ПОЛЯРИМЕТРИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ БІОЛОГІЧНИХ ШАРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено програмний класифікатор для автоматизованої обробки даних фазової Мюллер-матричної томограми біологічних шарів. Запропонована система використовує алгоритми машинного навчання для аналізу даних, що дозволяє ефективно їх класифікувати. Проведено тестування класифікатора на репрезентативних вибірках із відомими патологічними та нормальними біологічними шарами, в результаті застосування класифікатора підвищено достовірність діагностики патології.

Ключові слова: класифікатор, фазова поляриметрична діагностика, Мюллер-матрична фазова томографія

Abstract

The abstracts describe a software classifier for automated data processing of phased Muller matrix tomograms of biological layers. The proposed system uses machine learning algorithms to analyze data, which allows for effective classification. The classifier was tested on representative samples with known pathological and normal biological layers, and as a result of using the classifier, the reliability of pathology diagnostics was increased.

Keywords: classifier, phase polarimetric diagnostics, Muller matrix phase tomography

Вступ

Сучасні методи оптичної діагностики біологічних шарів активно розвиваються, пропонуючи нові можливості для виявлення патологічних змін на ранніх стадіях. Одним із перспективних напрямів є фазова Мюллер-матрична поляриметрична діагностика, яка дозволяє отримувати детальну інформацію про оптико-анізотропні властивості біологічних структур. Зокрема, аналіз фазових характеристик поляризованого світла забезпечує високу чутливість до змін мікроструктури тканин, що є важливим для діагностики онкологічних та інших захворювань [1, 2].

Для підвищення точності та достовірності діагностики необхідна автоматизована класифікація результатів фазових Мюллер-матричних томограм. Використання алгоритмів машинного навчання у поєднанні з фазовою поляриметриєю відкриває нові можливості для покращення класифікації біологічних шарів.

У даній роботі розглядається розробка програмного класифікатора результатів даних фазових Мюллер-матричних томограм біологічних шарів (БШ) при діагностиці патологій печінки. Запропонований підхід базується на застосуванні алгоритмів машинного навчання, а саме дерева рішень.

Метою даної роботи є підвищення достовірності методу фазової Мюллер-матричної діагностики біологічних шарів шляхом проведення автоматизованої бінарної класифікації інформативних ознак розподілів фазових Мюллер-матричних зображень БШ.

Результати досліджень

Розроблено програмний класифікатор засобами Python, в основі якого лежить метод дерева для ухвалення рішень. Для навчання та тестування дерева використано вибірку із 200 фазових Мюллер-матричних зображень біологічних шарів, що відповідають станам «патологія» та «норма». Дані представлені як середні величини (\bar{g}) і стандартні відхилення ($\pm\sigma$) параметрів g , які характеризують розрахункові фазові Мюллер-матричні томограми гістологічних зрізів печінки пацюків, аналіз яких проводиться у роботі [1].

Під час першого запуску програми відбувається завантаження файлу з характеристиками ознак та відповідними категоріями для навчання і тестування моделі дерева рішень. Після завантаження файлу модель навчається та збігається у локальний файл. При подальших запусках використовується

збережена модель без необхідності повторного навчання. Це оптимізує витрати обчислювальних ресурсів та скорочує час виконання.

Програмний інтерфейс містить поле для введення тестових значень вектора параметрів M_{1-4} , Q_{1-4} , J_{1-4} та кнопку «Класифікувати», що дозволяє виконати діагностичний розрахунок та визначити стан зразка (здоровий/гепатит) на основі моделі дерева рішень.

Точність моделі, яка визначає рівень її здатності правильно класифікувати досліджувані зразки, при наявній тренувальній вибірці становить 89,5%, що покращує достовірність діагностики на 2,3% у порівнянні із аналогом [1], в якому відсутня автоматизована класифікація.

На рисунку 1 представлено інтерфейс програми, а на рисунку 2 – візуалізацію дерева рішень після його навчання.

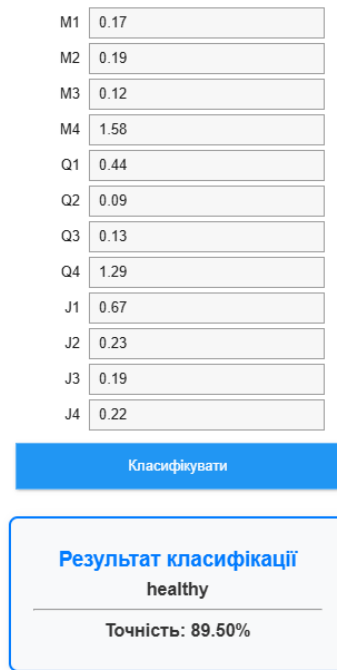


Рис. 1. Інтерфейс програми

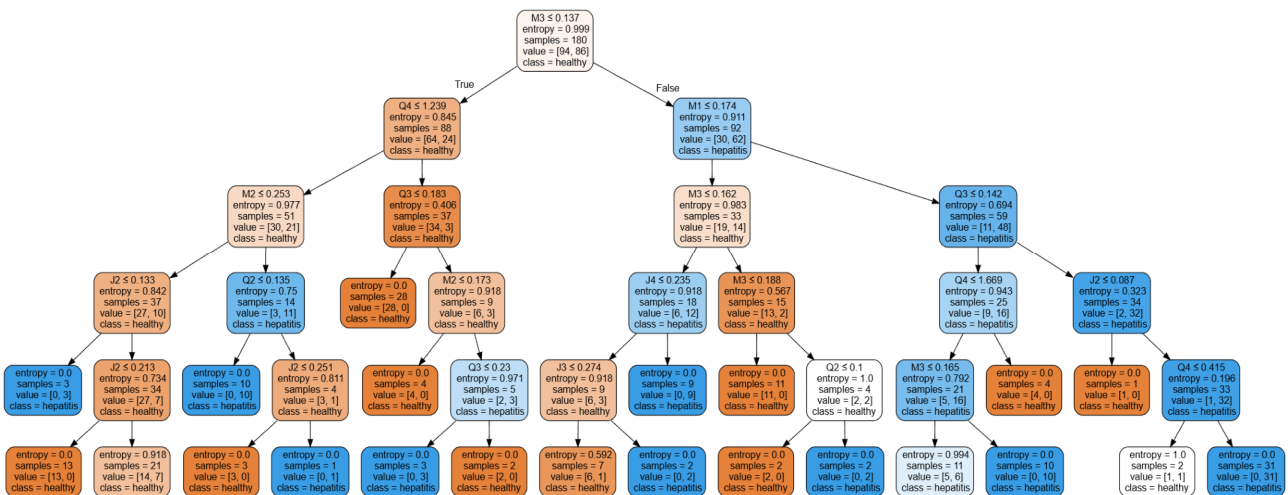


Рис. 2. Візуалізація дерева рішень

Висновки

Розроблено та реалізовано програмний класифікатор на основі методу дерева для ухвалення рішень при аналізі фазових Мюллер-матричних томограм біологічних шарів. Проведене тестування на вибірці гістологічних зрізів печінки пацюків показало високу ефективність моделі, з точністю класифікації 89,5%.

фікації 89,5%, дозволило покращити достовірність діагностики на 2,3% у порівнянні із аналогом, в якому відсутня автоматизована класифікація.

Використання класифікатора дозволяє автоматизувати процес класифікації даних та значно зменшити часові витрати на діагностику. Застосування класифікатора забезпечує підвищення достовірності діагностики патологій печінки, що може сприяти покращенню раннього виявлення захворювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заболотна Н. І. Діагностичне застосування систем орієнтаційної та фазової мюллер-матричної томографії у диференціації патології печінки пацюків. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2015. № 1. С. 144-150.
2. Zabolotna N., Sholota V., Okarskyi H. Methods and systems of polarization reproduction and analysis of the biological layers structure in the diagnosis of pathologies. *Proceedings of SPIE*. 2020. Vol. 11369. 113691S. P. 501-513. <https://doi.org/10.1117/12.2556542>.

Заболотна Наталія Іванівна – д.т.н., професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, E-mail: natalia.zabolotna@gmail.com

Швидюк Олег Сергійович – аспірант, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olehshvydiuk@gmail.com

Zabolotna Natalia I. - Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, E-mail: natalia.zabolotna@gmail.com

Oleh Shvydiuk S. – postgraduate, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: olehshvydiuk@gmail.com