

СИСТЕМА ПОЛЯРИЗАЦІЙНОЇ ТОМОГРАФІЇ БІОЛОГІЧНИХ ШАРІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті наведено структурну схему лазерної системи поляризаційної томографії біологічних шарів із аналізом зображень. Показано ефективність розробленої підсистеми прийняття рішень в лазерній системі поляризаційної томографії біологічних шарів із аналізом зображень при діагностуванні міопатії.

Ключові слова: орієнтаційна томограма, фазова томограма, біологічна тканина, статистичний та кореляційний аналіз, класифікація.

Abstract

The article provides a structural diagram of the laser polarization tomography system of biological layers with image analysis. The effectiveness of the developed decision-making subsystem in the laser polarization tomography system of the biological layers with image analysis in the diagnosis of myopathy is shown.

Keywords: orientation tomogram, phase tomogram, biological tissue, statistical and correlation analysis, classification.

Вступ

Методи оптичної томографії відносять до найсучасніших методів апаратної медичної діагностики структури біологічних об'єктів, що дозволяють підвищувати достовірність оцінювання фізіологічного стану людини. Серед них виділяють методи оптичної дифузійної томографії, оптичної когерентної томографії та поляризаційно-чутливої когерентної томографії як досить перспективні [1-6]. Проте ці методи не знайшли ще широкого практичного застосування в медичних технологіях діагностики, оскільки їх моделі потребують подальшого розвитку та спрощення.

Система орієнтаційної томографії БШ та аналізу орієнтаційних мап дозволила отримати достовірність діагностики раку шийки матки на рівні 83,7%. Зростання цього показника до рівня 89,5% досягнуто в системі фазової томографії БШ та аналізу фазових мап.

Проте в обох системах при проведенні статистичного та кореляційного аналізу вимірних томограм відсутній їх подальший класифікаційний аналіз, що є стримуючим фактором зростання достовірності.

Отже, основними чинниками підвищення достовірності діагностики БШ в системі поляризаційної томографії біологічних шарів із аналізом зображень може бути розширення її функціональних можливостей.

Метою роботи є розширення функціональних можливостей лазерної системи поляризаційної томографії біологічних шарів із аналізом зображень шляхом реконструкції орієнтаційних та фазових параметрів біологічних шарів, представлених у вигляді поляризаційних томограм, із їх комплексним комп'ютерним аналізом та бінарною класифікацією.

Результати дослідження

Структурна схема системи для реалізації обох методів містить джерело випромінювання у вигляді напівпровідникового лазера, вимірювальний канал, блок керування із кроковими двигунами та комп'ютер для аналізу зображень та підсистеми підтримки прийняття рішення.

Вимірювальний канал містить перший поляризатор П1 та аналізатор А, за допомогою повороту оптичних осей яких на необхідний кут можна створити різні типи лінійної поляризації опромінюючого зразок пучка та перетвореного зразком поляризованого пучка. Також в схемі для створення циркулярно поляризованого випромінювання служить фазова пластинка ФП1 та фазова пластинка ФП2. Зразок підготовленого зрізу БШ поміщають в об'єктний блок. Схема має проєкційний блок та цифрову камеру для утворення та реєстрації зображення із поляризаційно відфільтрованого двовимірного

розподілу інтенсивностей . Блок керування і чотири крокових двигуни в схемі системи дозволяють організувати процес формування керуючих електричних сигналів, за допомогою яких здійснюються повороти на необхідні кути чи в необхідні положення поляризаторів П1, П2 та пластинок ФП1, ФП2.

В системі вимірюють за прямими методами орієнтаційну та фазову томограму біологічних шарів, потім здійснюють статистичний, кореляційний та спектральний аналіз виміряних томограм. За результатами комплексного аналізу отримують вектор інформативних ознак на основі статистичних моментів, кореляційних моментів та спектральних моментів виміряних томограм, який подають далі на блок класифікації. Класифікатор виконано за методом KNN.

Отримана точність класифікації зразків в системі, наприклад, для м'язової тканини, за методами орієнтаційної та фазової томографії зросла від 89 % (для аналогів) до 90,5% при їх діагностуванні в розробленій системі.

Висновки

Удосконалено архітектуру системи поляризаційної томографії за рахунок введення блоку обчислення спектральних моментів орієнтаційної та фазової томограми біологічного шару та введення бінарного класифікатора. Показано, що відбулось зростання на 1,5% достовірності діагностики міопатії м'язової тканини при застосуванні розробленої системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Diffuse optical tomography system and method of use: patent 7107116 B2 US. №10/654225 ; filing date 02.09.03 ; publication date 12.09.06.
2. Кожем'яко В.П., Заболотна Н.І., Олійниченко Б.П. Оптичні томографи: проблеми та перспективи застосування в мамології. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. 2009. №2(18). С.153-164.
3. Handbook of optical medical diagnostics / Rodriguez J. at all. [Ed.by Tuchin V.V.] Bellingham, Washington, USA : SPIE Press. 2002. P. 357.
4. Schuman Joel S. Optical Coherence Tomography of Ocular Diseases. NY : Slack Inc, 2004. 714 p.
5. Boer J.S., Milner T. E., Nelson. J.S. Two dimensional birefringence imaging in biological tissue using phase and polarization sensitive optical coherence tomography. Trends in Optics and Photonics (TOPS): Advances in Optical Imaging and Photon Migration. OSA, Washington, DC, 1998.
6. Boer J.S., Milner T. E., Nelson. J.S. Determination of the depth-resolved Stokes parameters of light backscattered from turbid media by use of polarization-sensitive optical coherence tomography. Opt. Lett. 1999. V.24. P.300-302

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

Бурмич Іван Васильович— студент групи КОІС-196 факультету інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

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

Burmych Ivan V. – student of Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia