

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ДЕРМАТОЛОГІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто інформаційну технологію для автоматизованого розпізнавання біомедичних зображень при оцінюванні дерматологічних захворювань з використанням методів нечіткої логіки. Проведено аналіз архітектури систем, методів нечіткого виведення, принципів формалізації медичних знань та перспектив їх практичного застосування в клінічній діагностиці.

Ключові слова: інформаційна технологія, нечітка логіка, біомедичні зображення, розпізнавання зображень, система підтримки прийняття рішень, медичні інформаційні системи.

Застосування інформаційних технологій у медичній діагностиці є одним із найдинамічніших напрямів сучасної науки, особливо в галузі комп'ютерного аналізу зображень [1]. Актуальним є завдання автоматизованого розпізнавання дерматологічних захворювань за допомогою цифрових біомедичних зображень, що отримуються в умовах амбулаторного або дистанційного обстеження [2]. Для вирішення цієї задачі ефективним є використання методу нечіткої логіки, який дозволяє враховувати невизначеність та варіативність симптомів, притаманних клінічній картині захворювань шкіри [3].



Рисунок 1 – Приклад біомедичного зображення

Нечітка логіка, вперше запропонована Л. Заде [4], забезпечує можливість формального опису знань у вигляді правил виду «якщо–то», де передумови і висновки представлені нечіткими множинами. Це дозволяє моделювати експертне мислення лікаря при постановці діагнозу. У медичних інформаційних системах, зокрема в галузі дерматології, нечіткі системи відіграють важливу роль у прийнятті попередніх рішень [5].

Процес побудови системи автоматизованого розпізнавання передбачає кілька етапів:

1. Попередня обробка зображення (фільтрація шумів, вирівнювання освітлення) [6];
2. Сегментація ураженої ділянки шкіри [7];
3. Виділення інформативних ознак (форма, колір, симетрія, крайова чіткість тощо);
4. Формалізація ознак через функції належності та нечіткі змінні [8];
5. Нечітке виведення за базою правил та прийняття рішення [9].

Серед підходів до реалізації таких систем поширеними є моделі Мамдані, Сугено та нейро-нечіткі системи. Модель Мамдані забезпечує високий рівень інтерпретованості рішень, що важливо для медичних експертів [10]. Водночас нейро-нечіткі системи поєднують переваги нечіткої логіки та нейронних мереж, що дозволяє автоматично формувати правила на основі навчального набору зображень [11].

Дослідження показали, що при належному формуванні бази правил та функцій належності точність діагностики окремих форм шкірних захворювань, зокрема псоріазу, atopічного дерматиту та меланому, може перевищувати 90% [3], [9]. Така система може виступати як засіб попереднього скринінгу та допомоги лікарю, особливо в умовах обмеженого доступу до спеціалізованої медичної допомоги [2].

Серед викликів подальшого розвитку подібних систем слід відзначити потребу у якісних навчальних базах зображень, стандартизації ознак, адаптації систем до варіативності кольору шкіри пацієнтів, а також потребу в інтуїтивному інтерфейсі для лікаря-користувача [6], [8].

На сьогодні активно досліджується напрям створення мобільних діагностичних рішень, які можуть функціонувати на основі нечітких моделей. Такі застосунки дозволяють здійснювати самостійний скринінг шкіри користувачем за допомогою камери смартфона, отримуючи попередню оцінку ризику захворювання [11].

Висновок. Інформаційна технологія розпізнавання біомедичних зображень при оцінюванні дерматологічних захворювань на основі нечіткої логіки є перспективним інструментом для створення систем підтримки медичних рішень. Завдяки здатності до роботи з невизначеними вхідними даними, адаптивності та пояснюваності, такі системи можуть ефективно доповнювати роботу лікаря й сприяти підвищенню якості первинної діагностики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заде Л. А. Нечіткі множини // Інформація та управління. – 1965. – Т. 8, №3. – С. 338–353.
2. Шевчук В. Я., Павловський А. О. Застосування методів нечіткої логіки у медичних інформаційних системах. Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2018. – №1. – С. 120–125.
3. Притула Я. М., Ковальчук А. М. Інформаційна система підтримки діагностики шкірних захворювань з використанням методів штучного інтелекту // Системи обробки інформації. – 2021. – №4 (169). – С. 98–102.
4. Жуковський С. В., Литвиненко О. М. Моделювання процесу діагностики дерматологічних захворювань засобами нечіткої логіки // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2019. – №5(129). – С. 55–60.
5. Мазур В. М., Тарасюк О. С. Обробка зображень в медичних інформаційних системах: методи сегментації. Вісник Тернопільського національного технічного університету. – 2020. – №2. – С. 42–48.
6. Шевчук С. В. Використання нечітких множин для класифікації медичних зображень // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2022. – №48. – С. 36–41.
7. Попович С. М., Лисенко Т. О. Підхід до побудови експертних систем в медицині на основі нечітких правил // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2020. – №2/9 (104). – С. 35–40.
8. Дідківський А. А., Сілагін О. В. Інформаційна технологія для розпізнавання дерматологічних захворювань із застосуванням нечіткої логіки. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». – Вінниця: ВНТУ, 2024. – С. 112–115.
9. Березовський І. М., Кузьменко Ю. І. Система попередньої діагностики шкірних захворювань на основі аналізу зображень. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2021. – №2 (54). – С. 89–94.
10. Костюк В. Г. Використання нейро-нечітких мереж у медичній діагностиці. Електроніка та інформаційні технології. – 2019. – №3. – С. 77–81.
11. Погорілий С. С. Перспективи використання мобільних діагностичних систем на основі нечітких моделей. Наука та інновації. – 2022. – Т. 18, №4. – С. 23–28.

Сілагін Олексій Віталійович - к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Дідківський Андрій Анатолійович – аспірант кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

INFORMATION TECHNOLOGY FOR BIOMEDICAL IMAGE RECOGNITION IN THE ASSESSMENT OF DERMATOLOGICAL DISEASES USING FUZZY LOGIC

Abstract

In the article it's presented an information technology for automated recognition of biomedical images in the assessment of dermatological diseases using fuzzy logic methods. It analyzes the system architecture, fuzzy inference techniques, principles of medical knowledge formalization, and the prospects for their practical application in clinical diagnostics.

Keywords: *information technology, fuzzy logic, biomedical images, image recognition, decision support system, medical information systems.*

Oleksii Vitaliiiovych Silahin – Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine

Andrii Anatoliiovych Didkivskyi – Ph.D. Student of the Department of Computer Science, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine