

# ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ОПРАЦЮВАННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Пугач В.І., Слюсарчин П.П.

Тернопільський національний економічний університет, магістранти

## I. Постановка проблеми

Системи та засоби штучного інтелекту знайшли широке застосування в медичній діагностиці. Особливу популярність вони здобули при аналізі біомедичних зображень (БМЗ). До класу БМЗ відносяться цитологічні та гістологічні зображення, які отримуються за допомогою використання систем автоматизованої мікроскопії, що суттєво спрощує роботу лікаря-діагноста при постановці попереднього діагнозу. Серед відомих методів діагностування злоякісних новоутворень найоперативнішим є цитологічний метод, який базується на аналізі цитологічних зображень. Велика кількість робіт присвячена використанню нечіткої логіки для постановки діагнозу [1,2].

## II. Мета роботи

Метою роботи є дослідження моделей представлення знань і механізму логічного виводу з використанням нечіткої логіки і побудови на їх основі інтелектуальної системи.

## III. Структура інтелектуальної системи опрацювання біомедичних зображень

У роботі розглянуто структуру інтелектуальної системи опрацювання біомедичних зображень (ІСОБМЗ), призначення та функції її складових та алгоритм роботи [3]. Вона складається (рисунок 1) із блоків попередньої обробки, сегментації та детекції, обчислення числових ознак, бази даних результатів аналізу зображень, бази правил діагностування та нечіткого логічного виводу

Основними складовими ІСОБМЗ є база знань (БЗ), яка складається з бази даних (БД) числових ознак і бази правил діагностування. У доповіді розглянуто структури нечіткої бази знань (НБЗ) і нечіткого виводу. НБЗ складається із блоку обчислення числових характеристик ознак, бази даних числових ознак, блоку фазифікації, бази правил діагностування, блоку функцій належності, блоку нечіткого логічного виводу, блоку дефазифікації та блоку постановки діагнозу.

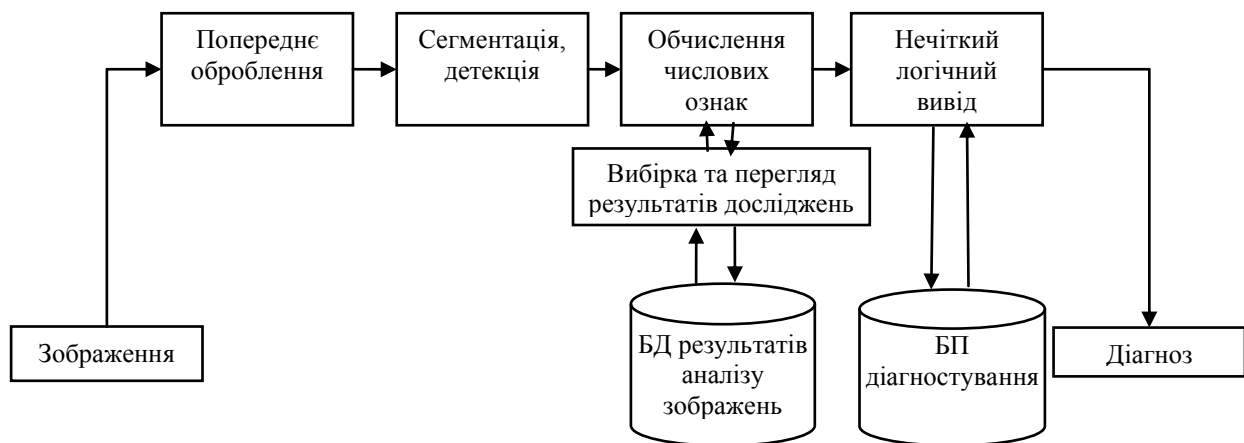


Рисунок 1 – Структура інтелектуальної системи

НБЗ працює в двох режимах: накопичення знань, постановка попереднього діагнозу.

В режимі накопичення знань правила діагностування заносяться в нечіткій формі, які отримані від експертів (цитолога та гістолога). Крім цього відповідні функції належності заповнюються конкретними параметрами. У режимі постановки діагнозу НБЗ працює так. На вхід системи поступають цитологічні  $\mathbf{Im}^C$  та гістологічні  $\mathbf{Im}^G$  зображення та обчислюються відповідно цитологічні  $\bar{\mathbf{F}}^C$  та гістологічні  $\bar{\mathbf{F}}^G$  ознаки, що утворюють множину вхідних ознак  $\bar{\mathbf{F}}$ . На основі числових характеристик ознак ідентифікуються функції належності  $\mu_{\bar{\mathbf{F}}}(u)$ . Використовуючи множину числових ознак  $\bar{\mathbf{F}}$  і їх функції належності формується нечітка множина вхідних ознак  $\tilde{\mathbf{F}}$ . На основі множини правил  $\bar{\mathbf{R}}$  та множини ознак  $\tilde{\mathbf{F}}$ , утворюється нечітка множина діагнозів  $\tilde{\mathbf{D}}$ .

Нечітка множина діагнозів  $\tilde{\mathbf{D}}$  переводиться у множину діагностичних ознак  $\overline{\mathbf{F}}\tilde{\mathbf{D}}$  із відповідними ваговими коефіцієнтами кожного правила  $W_{\tilde{\mathbf{D}}}$ . Використовуючи множину нечітких діагнозів  $\tilde{\mathbf{D}}$  і множину діагностичних ознак  $\overline{\mathbf{F}}\tilde{\mathbf{D}}$  з ваговими коефіцієнтами  $W_{\tilde{\mathbf{D}}}$ , система дає можливі варіанти діагнозів  $\overline{\mathbf{D}}$ .

#### IV. Нечіткий логічний вивід

Нечіткий логічний вивід ґрунтується на множині нечітких правил  $\overline{\mathbf{R}}$  та множині ознак  $\tilde{\mathbf{F}} = \langle \overline{\mathbf{F}}^C, \overline{\mathbf{F}}^G \rangle$ . В системі реалізований прямий і зворотний вивід.

Прямий вивід (рисунок 2) формується на основі правил  $\mathbf{R}^C$ , які базуються на ознаках цитологічних зображень  $\overline{\mathbf{F}}^C$ . В результаті подачі конкретних значень ознак  $\overline{\mathbf{F}}^C$  спрацьовують правила і вибирається діагноз з найбільшим ваговим коефіцієнтом  $W$  і таким чином формується діагноз  $D_1$ .

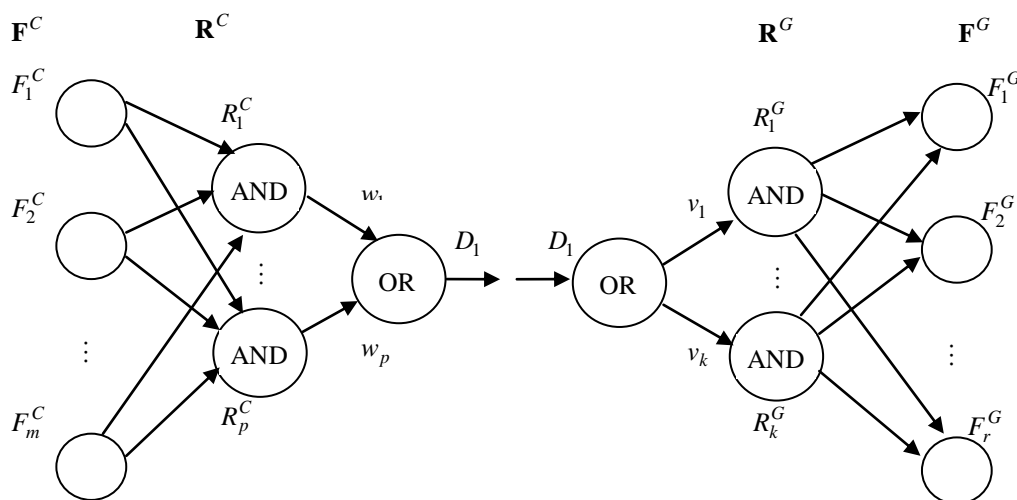


Рисунок 2 – Структура прямого і зворотного логічного виводу

Цей діагноз підтверджується або заперечується на основі зворотного виводу. На вхід графу формування діагнозів поступає діагноз  $D_1$  відшукуються правила із множини правил  $\overline{\mathbf{F}}^G$ , які підтверджують даний діагноз. Правила, які спрацьовують для підтвердження діагнозу  $D_1$  впливають із множини ознак гістологічних зображень  $\overline{\mathbf{F}}^G$ . У разі відсутності правила  $\mathbf{R}_i^G$  даний діагноз ігнорується і коректуються правила  $\mathbf{R}^C$ , які привели до невірному діагнозу.

Тоді претендентом на попередній діагноз буде діагноз з максимальним ступенем належності:

$$d_k = \arg \max_{\{d_1, d_2, \dots, d_m\}} (\mu_{d_1}(F^C), \mu_{d_2}(F^C), \dots, \mu_{d_m}(F^C)).$$

#### Висновок

У роботі розглянуто розроблену інтелектуальну систему опрацювання цитологічних і гістологічних зображень: нечітку базу знань і нечіткий вивід, які дозволяють поставити попередній діагноз.

#### Список використаних джерел

1. Mahfouf M. A survey of fuzzy logic monitoring and control utilisation in medicine / M. Mahfouf, M.F Abbod, D.A Linkens // Artificial intelligence in medicine – № 21. – 2001. – P. 27–42.
2. Soria D. A quantifier-based fuzzy classification system for breast cancer patients / Daniele Soria, Jonathan M. Garibaldi, Andrew R. Green // Artificial intelligence in medicine – № 58. – 2013. – P. 175–184.
3. Березький О.М. Інтелектуальна система для діагностування різних форм раку молочної залози на основі аналізу гістологічних і цитологічних зображень / Г. М. Мельник, Ю.М. Батько, Т. В. Дацко // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.13. – С. 357-367.