

хромосомами. Він імітує процеси еволюції, як-от схрещування, мутація і відбір. Псевдокод такого алгоритму виглядає так:

Початок

Ініціалізувати початкову популяцію $P(t)$

Оцінити популяцію $P(t)$ за допомогою функції пристосованості

Поки (умови завершення не виконано) **робити**

Виконати операцію схрещування для отримання нових хромосом $C(t)$

Виконати мутацію хромосом $C(t)$

Оцінити нову популяцію $C(t)$ за допомогою функції пристосованості

Вибрати нову популяцію $P(t+1)$ на основі $P(t)$ і $C(t)$

$t = t + 1$

Кінець поки

Кінець

У випадку ідентифікації нелінійних залежностей хромосомою буде виступати рядок ненульової матриці елементів $W_0 = [w_{ji}]$, $w_{ji} = R[\underline{w_{ji}}, \overline{w_{ji}}]$, де $R = [\underline{x}, \overline{x}]$ – це операція знаходження випадкового значення рівномірно розподіленого в інтервалі $[\underline{x}, \overline{x}]$; W_0 – це матриця сил впливів дуг.

У цій тезі запропоновано підхід використання НКК як альтернативи багатовимірному регресійному аналізу для вилучення зв'язку концептів з експериментальних даних. Концепти – це вхідні дані, що залежать від взаємодії один з одним завдяки вагам дуг, що визначаються декількома етапами. Пропонується використати генетичний алгоритм для вирішення проблеми оптимізації.

Список використаних джерел

1. Fuzzy cognitive map and mean square method in empirical modeling: Application in economics / A. Rotshtein, A. Yosef, T. Neskorodeva, D. Katielnikov. *Expert Systems with Applications*. 2024. Vol. 247. P. 4–5. DOI: 10.1016/j.eswa.2024.123176.
2. Nair A., Reckien D., Maarseveen M. F. A. M. A generalised fuzzy cognitive mapping approach for modelling complex systems. *Applied Soft Computing*. 2019. Vol. 84. P. 1–2. DOI: 10.1016/j.asoc.2019.105754.
3. Rotshtein A. P., Rakytyanska H. B. Fuzzy Evidence in Identification, *Forecasting and Diagnosis*. Heidelberg: Springer. 2012. Vol. 275. P. 330. DOI: 10.1007/978-3-642-25786-5_1.

УДК 004.94 +519.876.5

Семенюк А. М., здобувач вищої освіти,
Якубич К. О., асистент кафедри
інформаційних технологій

СИСТЕМА ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ НА БАЗІ FUZZY LOGIC

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

У цій роботі розглядається медична система експертного типу, яка дає змогу використовуючи об'єктивну оцінку стану особи, що представлена у вигляді

лінгвістичних змінних множин нечіткої логіки, проводити класифікацію осіб за станом втрати працездатності.

Будь-яка експертна система базується на трьох основних поняттях:

- факти;
- правила;
- керуюча структура (КР).

Факти – це вхідна інформація. У більшості випадків впливу на її отримання, вигляд, правильність експерт не має, тобто працює з «тим, що є».

Правила та керуюча структура – це вже прерогатива розробника та користувача. Правильно сформульовані правила – методи обробки, аналізу, перетворення – дають змогу створити експертну систему, результатом роботи якої є достовірна інформація (так, можливо, не початковій стадії потрібно буде провести навчання «псевдоінтелекту»).

Для отримання якісної моделі необхідно провести аналіз за різними обліковими ознаками, що дасть можливість дослідити кожен елемент множини вхідних даних, і також всю сукупність загалом.

Але оскільки багато медичних параметрів, які описують стан людини, є елементами, які підпадають під поняття нечіткої логіки, то підготовку такої інформації необхідно проводити з використанням моделей нечіткого керування (рис. 1). Ці операції дадуть змогу перейти від якісних до кількісних ознак.

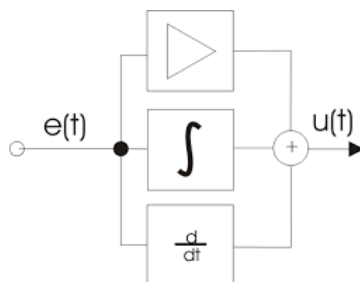


Рисунок 1 – Приклад моделі оцифрування вхідних даних

Отримані дані потрібно згрупувати за спільними рисами. Для цього виконуємо ранжування значень. Якщо вони потрапляють до однієї градації, то всім їм приписують однаковий ранг, який розраховують за формулою:

$$R_n(x) = \sum_{i=0}^{n-1} y_i + \frac{y_n + 1}{2}, \quad (1)$$

де n – номер градації;

R_n – ранг кожного значення ознаки, що потрапив до градації;

y_n – кількість значень, що потрапили до градації n (y_0 приймається таким, що дорівнює 0).

Для перевірки достовірності ранжування здійснюють такі дії: знаходимо суму всіх рангів і порівнюємо з перевіркою сумою, яку визначаємо за формулою:

$$S_R^T = \frac{N(N+1)}{2}. \quad (2)$$

Для оцінки впливу даних на досліджуваний показник проводиться однофакторний регресійний аналіз залежності від кожної вхідної величини (змінної) та розраховуються коефіцієнти впливу – «ваги» даних.

$$y = \frac{\int_{\underline{y}}^{\bar{y}} y \cdot \mu_{\bar{y}}(y) dy}{\int_{\underline{y}}^{\bar{y}} \mu_{\bar{y}}(y) dy}. \quad (3)$$

Керуюча структура по своїй суті – це піраміда прийняття рішень (рис. 2) яка складається з окремих шарів, побудованих на елементарних комірках.

Ці комірки є моделлю аксона (рис. 3) – штучного нейрона (інколи наз. «математичний нейрон») і зазвичай являють собою нелінійну функцію від єдиного аргументу – лінійної комбінації всіх вхідних сигналів. Цю функцію називають функцією активації [2] або функцією спрацьовування, функцією передавання. Отриманий результат посиляється на єдиний вихід.

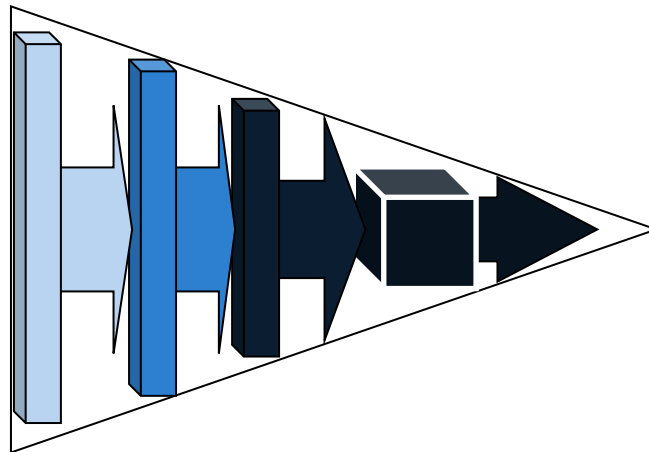


Рисунок 2 – Модель керуючої структури

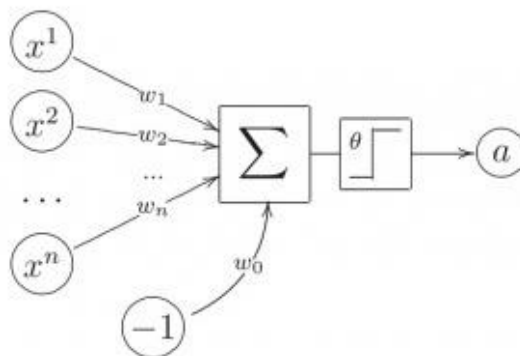


Рисунок 3 – Приклад комірки прийняття рішень (модель аксона)

У шарах штучні нейрони об'єднуються у мережі – перцептрони (рис. 4) [4], коли виходи одних нейронів з'єднують із входами інших.

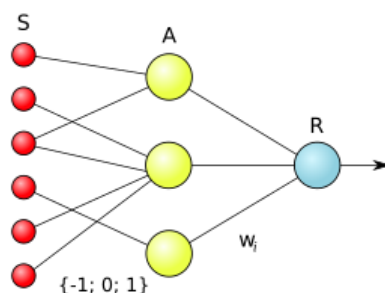


Рисунок 4 – Перцептрон

Послідовно передаючи дані від входів до виходу, КР напрацьовує рішення, ґрунтуючись на комбінації вхідних показників, параметрів сигналів, вироблених в середині мережі, та коефіцієнтах значимості сигналів.

Вихідний сигнал є рішенням, у якому наявні рекомендації зі встановлення пацієнту відсотків втрати працездатності, групи інвалідності, реабілітаційних заходів.

Запропонований підхід дасть змогу суттєво зменшити рутинну роботу з аналізу даних, пошуку рішення з огляду на комплексний стан особи. Також це допоможе мінімізувати вплив помилок експертів на прийняття рішення.

Список літературних джерел

1. Семенюк А. М., Ніколюк П. К. Моделювання систем прийняття рішень медичної експертизи. *Прикладні аспекти сучасних міждисциплінарних досліджень*. 2024. С. 45–47.
2. Rotshtein A. Design and tuning of fuzzy rule-based systems for medical diagnosis – Fuzzy and neuro-fuzzy systems in medicine, 2017.
3. Семенюк А. М. Створення реєстраційної системи МСЕК. *Матеріали LII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2023)*: (Вінниця, 21–23 червня 2023 р.). С. 744–746.
4. Перцептрон – джерела та інші електронні документи. *Вікіпедія*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD> (дата звернення: 22.11.2024).

УДК 004.415:004.774

*Сидорчук Р. В., здобувач вищої освіти,
Потапова Н. А., канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних технологій*

ГЕКСАГОНАЛЬНА АРХІТЕКТУРА В РОЗРОБЦІ УНІВЕРСАЛЬНИХ ВЕБДОДАТКІВ

Донецький національний університет імені Василя Стуса, м. Вінниця

Гексагональна архітектура (Hexagonal Architecture), також відома як архітектура портів і адаптерів, є сучасним підходом до побудови програмних систем, що забезпечує високий рівень гнучкості та адаптивності. Основна ідея цієї архітектури полягає у чіткому розділенні бізнес-логіки системи від зовнішніх інтерфейсів, як-от користувацький інтерфейс, база даних, зовнішні сервіси чи API.