

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО СТРЕСОВОГО РОЗЛАДУ ЗАСОБАМИ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлено розроблену модель для діагностики посттравматичного стресового розладу, що базується на теорії нечіткої логіки. Модель враховує ключові кластери симптомів ПТСР згідно з DSM-5 та дозволяє оцінити ймовірність даного розладу, інтегруючи якісні та кількісні характеристики клінічних проявів за допомогою лінгвістичних змінних та функцій належності.

Ключові слова: діагностування посттравматичного стресового розладу, нечітка логіка, моделювання.

Abstract

A developed model for diagnosing post-traumatic stress disorder is presented, based on the theory of fuzzy logic. The model takes into account the key clusters of PTSD symptoms according to DSM-5 and allows assessing the likelihood of this disorder by integrating qualitative and quantitative characteristics of clinical manifestations using linguistic variables and membership functions.

Keywords: post-traumatic stress disorder diagnostics, fuzzy logic, modeling.

Вступ

Діагностування посттравматичного стресового розладу (ПТСР) є складним завданням, що вимагає врахування значної кількості різноманітних клінічних проявів та їхньої суб'єктивної оцінки. Традиційні методи діагностики часто не можуть повною мірою відобразити невизначеність та нечіткість, які притаманні психічним розладам. Тому виникає проблема створення автоматизованої системи діагностування на основі аналізу основних кластерів симптомів.

Метою даної роботи є моделювання процесу діагностування посттравматичного стресового розладу засобами нечіткої логіки, що дозволить врахувати нечіткість вхідних даних та забезпечити більш гнучкий підхід до оцінки ймовірності розвитку розладу.

Результати дослідження

Для побудови моделі діагностики ПТСР на основі нечіткої логіки було ідентифіковано основні вхідні змінні, що відповідають діагностичним критеріям DSM-5 [1]. Згідно з цим, ПТСР діагностується за наявністю симптомів, які поділяються на чотири основні кластери: інтрузивні симптоми, уникнення, негативні зміни в мисленні та настрої, а також гіперзбудливість та реактивність. Ці критерії надають стандартизовану основу для оцінки стану пацієнта, проте їхня інтерпретація часто вимагає врахування нечітких факторів. На основі цих кластерів було визначено конкретні вхідні змінні для моделі:

1. Симптоми інтрузії (повторного переживання травматичної події) відображаються через рівень нав'язливих спогадів про травматичну подію, частоту травматичних сновидінь та кошмарів, а також інтенсивність флешбеків і дисоціативних реакцій. Ці показники відображають мимовільне та небажане повернення до травматичного досвіду.

2. Симптоми уникнення охоплюють рівень уникнення думок та почуттів, пов'язаних з травмою, а також ступінь уникнення зовнішніх нагадувань, таких як певні місця, люди або заняття, що асоціюються з травмою. Це демонструє спроби особи уникнути будь-якого контакту з тим, що може нагадати про травматичну подію.

3. Негативні зміни в мисленні представляють прояви, що включають негативні переконання до себе, інших або світу, знижений інтерес до своєї діяльності, відчуття відстороненості від інших, нездатність відчувати позитивні емоції та порушення пам'яті про важливі аспекти травматичної події.

4. Гіперзбудливість та реактивність охоплюють рівень дратівливості та спалахів гніву, ступінь гіперпилльності та настороженості, перебільшені реакції переляку, порушення концентрації уваги та частота порушень сну. Ці прояви вказують на постійний стан підвищеної готовності до небезпеки та порушення регуляції емоцій.

Крім того, модель також враховує тривалість симптомів, що має бути принаймні понад один місяць для постановки діагнозу та контекст травматичної події. Інтенсивність симптомів у моделі може бути адаптована залежно від специфіки травми, що підвищить точність діагностики.

Вихідною змінною моделі є ймовірність ПТСР, яка оцінюється лінгвістичними термами:

- d_1 низька;
- d_2 середня;
- d_3 висока.

Функція належності в нечіткій логіці визначає ступінь належності елемента до нечіткої множини, виражаючи його в інтервалі $[0, 1]$, що дозволяє моделювати невизначеність і суб'єктивні оцінки. Трикутна функція належності, одна з найпростіших і найпоширеніших, задається трьома точками (нижня межа, вершина, верхня межа), де вершина має максимальне значення 1, а поза межами функція дорівнює 0. Вона ефективно описує лінгвістичні терміни, такі як низький, середній або високий, забезпечуючи плавний перехід між категоріями [2].

Кожен терм вихідної змінної представлений нечіткою множиною із функцією належності, яка описує ступінь приналежності чисельного значення ймовірності ПТСР до даного лінгвістичного терму. Графічне представлення функції належності для вихідної змінної наведено на рисунку 1.

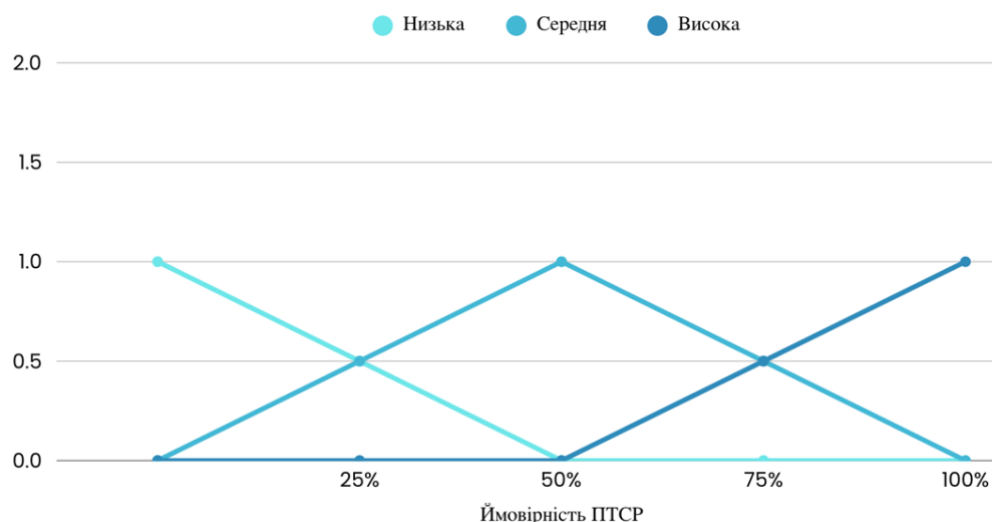


Рис. 1. – Графічне представлення функції належності для вихідної змінної

Процес діагностики за допомогою нечіткої логіки базується на алгоритмі нечіткого висновку Мамдані [3]. Розглянемо детально з яких етапів він складається та опишемо їх.

Фазифікація вхідних даних полягає в тому, що чіткі (числові) значення вхідних симптомів перетворюються на нечіткі значення за допомогою відповідних функцій належності. Кожен вхідний параметр оцінюється щодо ступеня належності до різних лінгвістичних термів.

Агрегація передумов (логічний висновок) базується на використанні оцінених нечітких вхідних значень у нечітких правилах "ЯКЩО-ТО" з бази знань, де для кожного правила визначається ступінь його спрацьовування, а при наявності кількох умов об'єднання здійснюється операцією "мінімум", тоді як для альтернативних умов застосовується "максимум".

Акумуляція висновків (композиція правил) полягає в об'єднанні результатів усіх спрацьованих правил в єдину нечітку множину вихідної змінної, тобто ймовірності ПТСР, зазвичай через застосування операції "максимум" до окремих результатів.

На кінцевому етапі дефазифікації отримана нечітка множина вихідної змінної перетворюється назад на чітке (числове) значення. Для цього може бути використано метод центру ваги або метод середнього максимуму, що дозволяють отримати одне конкретне значення, яке найкраще відображає нечіткий результат.

Висновки

У даній роботі було проведено моделювання процесу діагностування посттравматичного стресового розладу засобами нечіткої логіки. Модель базується на комплексній оцінці ключових симптомів ПТСР, згідно із DSM-5. Детально описано вхідні змінні, що відповідають кластерам симптомів, а також визначено вихідну змінну з її лінгвістичними термами та відповідними функціями належності. Показано, що використання алгоритму нечіткого висновку Мамдані дозволяє ефективно інтегрувати якісні та кількісні характеристики клінічних проявів, забезпечуючи гнучкість та точність в оцінці ймовірності розладу. Подальші дослідження будуть спрямовані на створення бази нечітких правил, а також на практичну реалізацію даної моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Діагностичні критерії ПТСР (DSM-5) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://darnytsia.ua/doctors/ptsr/diahnostychni-kryteriyi-ptsr-kerivnytstva-z-diahnostyky-i-statystyky-psykhichnykh>
2. Fuzzy Logic - Membership Function [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_membership_function.htm
3. Алгоритм Мамдані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Мамдані
4. Фазифікація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Фазифікація>
5. CodeCrucks about defuzzification: What, Why and How? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://codecrucks.com/defuzzification-what-why-and-how/>

Каташинська Ангеліна Олександрівна - студентка групи ІКН-24м, кафедра комп'ютерних наук, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: angelina27ua@gmail.com.

Сілагін Олексій Віталійович - канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: avsilagin@vntu.edu.ua.

Katashynska Anhelina Oleksandrivna - student of group 1CS-24m, Computer Science Department, Faculty of the Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: angelina27ua@gmail.com.

Silagin Olexsiy Vitalyevich - Cand Sc. (Eng.), Associate Professor of Computer Science Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia. email: avsilagin@vntu.edu.ua