



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **160872** (13) **U**
(51) МПК

H04B 1/54 (2006.01)

H04B 1/56 (2006.01)

H04B 1/58 (2006.01)

H04B 3/60 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

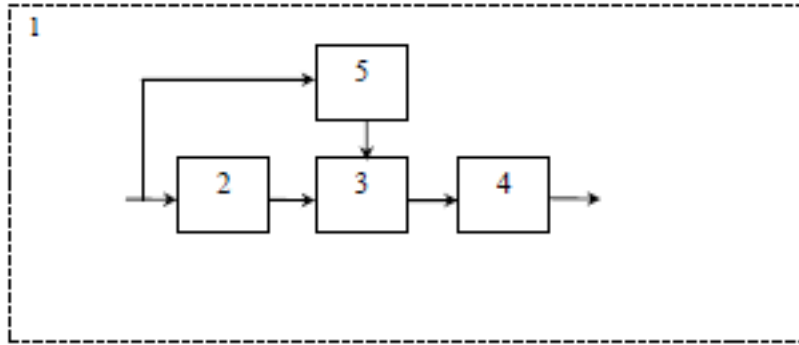
<p>(21) Номер заявки: u 2025 01382</p> <p>(22) Дата подання заявки: 31.03.2025</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.10.2025</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.10.2025, Бюл.№ 42</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кашкевич Світлана Олександрівна (UA), Шишацький Андрій Володимирович (UA), Неронов Сергій Миколайович (UA), Плехова Ганна Анатоліївна (UA), Єфименко Олександр Володимирович (UA), Плехов Данило Олександрович (UA), Багмут Роман Борисович (UA), Гурко Олександр Геннадійович (UA), Возниця Анастасія Сергіївна (UA), Пронін Сергій Вікторович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)</p> <p>(74) Представник: Азарова Алла Володимирівна</p>
---	--

(54) ПРИСТРІЙ ОБРОБКИ РІЗНОТИПНИХ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

(57) Реферат:

Пристрій обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень. Передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднані між собою послідовно. При цьому до складу пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень додатково введено блок нейро-нечіткого прийняття рішень та блок прогнозування. При цьому приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднана послідовно з першим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень. Вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень. Вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

UA 160872 U



Корисна модель належить до галузі інформаційних технологій, зокрема до систем підтримки прийняття рішень.

Для систем підтримки прийняття рішень є актуальною задачею забезпечення необхідної оперативності та достовірності прийняття рішень.

5 Відомий пристрій прийняття рішень, що містить блок аналізу та блок прийняття рішень, зв'язані між собою лінією зворотного зв'язку [1].

До недоліків відомого пристрою прийняття рішень належить низька оперативність прийняття рішень.

10 Найближчим аналогом є пристрій обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що з'єднані між собою послідовно [2].

Недоліком найближчого аналога є низька ефективність адаптації до динамічної зміни навколишньої обстановки та вхідних даних.

15 В основу корисної моделі поставлено задачу шляхом додаткового введення до складу пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень блока нейро-нечіткого прийняття рішень та блока прогнозування забезпечити в комплексі підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень, можливості адаптації параметрів пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень до динамічної зміни
20 навколишньої обстановки та забезпечити можливість прогнозування змін навколишньої обстановки.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальну частину пристрою обробки
25 різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, причому передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднані між собою послідовно, згідно з корисною моделлю, до складу пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень додатково введено блок нейро-нечіткого
30 прийняття рішень та блок прогнозування, при цьому приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднана послідовно з першим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, а вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, а вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою обробки різнотипних даних в
35 системах підтримки прийняття рішень.

Рішення технічної задачі в заявленому пристрої обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень дійсно можливе тому, що:

40 - введення блока нейро-нечіткого прийняття рішень дозволяє забезпечити прийняття достовірних рішень з необхідною оперативністю за рахунок зменшення обчислювальної складності;

- введення блока прогнозування дозволяє забезпечити короткострокове прогнозування змін вихідної обстановки з необхідною оперативністю за рахунок представлення зміни оточуючої обстановки в вигляді часових рядів.

45 Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслення, де показано блок-схему пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що заявляється.

Пристрій 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень містить приймальну 2 частину пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, блок 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в
50 системах підтримки прийняття рішень, передавальну 4 частину пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та блок 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

При цьому у пристрої 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень конструктивні елементи з'єднано між собою таким чином:

55 - вихід приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з першим входом блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень;

- вихід блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з другим входом блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень;

- вихід блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з входом передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

5 Пристрій 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень (що заявляється) працює таким чином.

На вхід приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень надходить інформація, яку необхідно обробити, а також ця інформація надходить на вхід блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень. З виходу приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень інформація для обробки надходить на перший вхід блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, а з виходу блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень результати прогнозу надходять на другий вхід блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

15 Суть прогнозування, що відбувається в блоці 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень полягає в представленні динаміки зміни оточуючої обстановки в вигляді часових рядів, а також відповідної екстраполяції зміни оточуючої обстановки на певну кількість часових інтервалів вперед.

20 Основою для роботи блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень вибрано метод Rete. Основним недоліком методу Rete є те його робота тільки з чіткими продукціями, що не дозволяє його використовувати при обробці різнотипних даних.

25 Обробка інформації в блоці 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень має наступну послідовність.

Дія 1 Введення вихідних даних.

Дія 2 Формування бази знань (БЗ) з урахуванням невизначеності.

Формальна модель нейро-нечіткої бази правил буде мати вигляд (1)

$$\{P_n\}=\{\text{Rule}\}, (1)$$

30 де Rule - правило нейро-нечіткої експертної системи. Кожне правило визначається наступним чином (2)

$$\text{Rule}=\langle C \rightarrow S \rangle, (2)$$

де C - умова правила, S - наслідок правила.

35 Оскільки модель повинна забезпечувати подання граматичної структури правил з різного виду вкладеними умовами, буде використаний рекурсивний механізм опису вузлів і кінцевих вершин дерева умови правила. Параметр C визначається наступним чином (3):

$$\tilde{N}=\langle C_l, R, C_r \rangle, (3)$$

де C_l - лівий вузол умови правила, R - відношення між вузлами правил, C_r - правий вузол умови правила.

40 Далі розглянемо наведені параметри.

$$C_l = FC_l \parallel \text{Null} \parallel C, (4)$$

$$C_r = FC_r \parallel \text{Null} \parallel C, (5)$$

де FC_l - ліва кінцева трійка умови правила, FC_r - права кінцева трійка умови правила.

Формули (4) та (5) дозволяють описати умови з різним ступенем вкладеності.

45 $FC_l = \langle L, Z, W \rangle, (6)$

$FC_r = \langle L, Z, W \rangle, (7)$

де L - лінгвістична змінна, Z - знак умови $Z = \{<, >, <=, >=, =, !=\}$; W - значення умови, яке визначається наступним чином (8):

$$W = L \parallel V, (8)$$

50 де L - лінгвістична змінна, V - фіксоване значення (9).

$$V = T_i \parallel \text{const}, (9)$$

де T_i - значення нечіткої змінної з терм-множин лінгвістичної змінної, const - константа. Зазначена модель допускає використання не тільки лінгвістичних змінних, але й класичних змінних. В цьому випадку їх значення може порівнюватися також з константами. R - множина відношень між вузловими вершинами $R \subset (C_l \times C_r)$ або $R: C_l \rightarrow C_r$.

55 Аналогічно параметру C визначається параметр S - наслідок правила.

$$S = \langle S_l, R, S_r \rangle, \quad (10)$$

де S_l - лівий вузол наслідку правила, R - відношення між вузлами наслідку правила, S_r - правий вузол наслідку правила.

$$S_l = FS_l \parallel \text{Null} \parallel S, \quad (11)$$

$$S_r = FS_r \parallel \text{Null} \parallel S, \quad (12)$$

де FS_l - ліва кінцева трійка наслідку правила, FS_r - права кінцева трійка наслідку правила. Формули (11) та (12) дозволяють описати наслідки з різним ступенем вкладеності.

$$FS_l = \langle L, Op, W \rangle, \quad (13)$$

$$FS_r = \langle L, Op, W \rangle, \quad (14)$$

де L - лінгвістична змінна, Op - операція, $Op = \{=, \neq\}$, W - значення наслідку.

Дія 3 Пошук кінцевих трійок та навчання штучних нейронних мереж (ШНМ)

На даному етапі роботи методу Rete виконується пошук близьких кінцевих трійок у всіх правилах продукційної бази знань. Знайдені відповідності між кінцевими трійками позначаються. У правилах встановлюються посилання такі кінцеві трійки для забезпечення їх одноразової обробки. На відміну від класичних нейро-нечітких експертних систем, в зазначеній нейро-нечіткій експертній системі як штучну нейронну мережу пропонується використовувати нейро-нечітку еволюційну мережу. Також на зазначеному етапі відбувається навчання параметрів та архітектури штучної нейронної мережі.

Розглянемо алгоритм пошуку відповідностей кінцевих трійок дерева рішення.

Вхідні дані: Rule - база правил, представлена у вигляді дерева рішень.

Вихідні дані: Rule' - скорочена база правил, представлена у вигляді дерева рішень. Проміжні дані: FC_i та FC_j - поточні кінцеві трійки.

Крок 3.1. Спочатку роботи алгоритму всі кінцеві трійки не помічені (не перевірені), m - кількість кінцевих трійок. Встановити початкове значення $i=1$.

Крок 3.2. Якщо $i > m$, то до кроку 3.10.

Крок 3.3. Якщо FC_i помічена, то $i=i+1$ та до кроку 3.2.

Крок 3.4. Вибрати FC_j . Встановити $j=j+1$.

Крок 3.5. Якщо $j > m$, то помітити FC_i , як проглянуту кінцеву трійку та перейти до кроку 3.2.

Крок 3.6. Якщо FC_j помічена, то $j=j+1$ та до кроку 3.5.

Крок 3.7. Обрати FC_j . Виконати процедуру перевірки близькості кінцевих вузлів та кінцевих трійок FC_i та FC_j .

Крок 3.8. Якщо результат успішний, то додати FC_j в список відповідностей для FC_i , п FC_j , кінцеву трійку, що була перевірена.

Крок 3.9. Визначення помилки навчання. Прийняття рішення щодо навчання ШНМ з урахуванням типу невизначеності.

Крок 3.10. Перейти до кроку 3.2.

Крок 3.11. Кінець.

Дія 4. Укрупнення відповідностей та навчання ШНМ.

На даному етапі виконується рекурсивна процедура перевірки близькості проміжних вузлів дерев рішень. Дана процедура забезпечує укрупнення відповідностей між умовами в правилах бази знань. Також на зазначеному етапі відбувається навчання архітектури та параметрів ШНМ.

Далі розглянемо алгоритм пошуку укрупнення знайдених відповідностей.

Вхідні данні: Rule' - скорочена база правил, представлена у вигляді дерева рішень, з об'єднаними однаковими кінцевими трійками.

S_p - список кінцевих трійок, для яких знайдені відповідності; k - кількість елементів у списку S_p . S_{pi} - список кінцевий трійки FC_i , що містить відповідні їй кінцеві трійки з індексами; k_i - кількість елементів у списку S_{pi} .

Вихідні данні: Rule'' - скорочена база правил, в якій об'єднані всі однакові умови.

Проміжні дані: FC_i та FC_j - поточні кінцеві трійки, C_i та C_j батьківські вузли для FC_i та FC_j .

Крок 4.1. Встановити $i=1$.

Крок 4.2. Вибрати в дереві рішень FC_i , що знаходиться на i -му місці в списку S_p .

Крок 4.3. Встановити $j=1$.

Крок 4.4. Вибрати зі списку S_{pi} кінцеву трійку FC_j , що знаходиться на j -му місці. Вилучити батьківські вузли C_i та C_j для FC_i та FC_j .

Крок 4.5. Виконати рекурсивну процедуру перевірки проміжних вузлів C_i та C_j .

Крок 4.6. Якщо результат функції успішний, встановити відповідність між вузлами C_i та C_j , інакше перейти до кроку 4.7.

Крок 4.7. $j=j+1$. Якщо $j > k_i$, то до кроку 4.8, інакше до кроку 4.4.

Крок 4.8. $i=i+1$. Якщо $i > k$, то до кроку 4.10, інакше до кроку 4.2.

Крок 4.9. Визначення помилки навчання. Прийняття рішення щодо навчання ШНМ з урахуванням типу невизначеності.

Крок 4.10. Кінець.

Дія 5. Перевірка метрики оцінки близькості та визначення помилки навчання ШНМ.

5 На зазначеному етапі відбувається визначення метрики близькості отриманих рішень та визначення помилки навчання з метою прийняття управлінських рішень.

Оброблена інформація з виходу блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень надходить на вхід передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень для подальшої передачі споживачу.

10 Підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень, можливість прогнозування змін оточуючої обстановки досягається за рахунок введення блоку нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та блока прогнозування пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

15 Джерела інформації:

1. Шишацький А.В., Маций О.Б., Яценко В.Ж., Троцько О.О. Кашкевич С.О. Сукупність методик підвищення оперативності прийняття рішень з використанням комбінованих метаевристичних алгоритмів. Монографія. C91 Moderní aspekty vědy: XL. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. pp. 558-594. URL: <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-40.pdf>. - аналог.

20 2. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskyyi, Y. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Y. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi. Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 5. No. 9 (101). 2019. pp. 16-27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>. - прототип.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Пристрій обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, причому передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднані між собою послідовно, який
35 **відрізняється** тим, що до складу пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень додатково введено блок нейро-нечіткого прийняття рішень та блок прогнозування, при цьому приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднана послідовно з першим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, а вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, а вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень.

