

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

КАМЕНЄВА ІРИНА ВІТАЛІЇВНА

УДК 519.7:007.52; 519.711.3

МОДЕЛІ РЕЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ МОЗКОПОДІБНИХ СТРУКТУР ТА ЇХ
ЗАСТОСУВАННЯ В ШТУЧНОМУ ІНТЕЛЕКТІ

05.13.23 — системи та засоби штучного інтелекту

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Шабанов-Кушнарєнко Юрій Петрович, Харківський
національний університет радіоелектроніки, професор
кафедри програмної інженерії.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Асєєв Георгій Георгійович, Харківська державна академія
культури, завідувач кафедри інформаційних технологій;

доктор технічних наук, професор
Шостак Ігор Володимирович, Національний аерокосмічний
університет ім. М.Є. Жуковського, професор кафедри
інженерії програмного забезпечення.

Захист відбудеться «__» _____ 2013 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.01 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

Автореферат розісланий «__» _____ 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Є. І. Литвинова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В сучасному суспільстві все більша увага звертається на посилення інтелектуальних можливостей людей, що неминуче наближає людство до третьої науково-технічної революції. Сучасні інформаційні, комп'ютерні технології та їх розробки на поточний момент виходять на новий рівень і повністю охоплюють всі сфери діяльності людини. Напрямок штучного інтелекту не є винятком, він активно розширюється та показує досягнення суттєвих результатів досліджень. Актуальною і важливою задачею є дослідження природного інтелекту як джерела важливих ідей для вдосконалення штучного інтелекту. В штучному інтелекті активно висувається напрямок біоніка інтелекту, головною цілеспрямованою ідеєю якого є перехід від біологічних систем до штучних. Створення мозкоподібних структур, які характеризуються широкою паралельною обробкою інформації, – одна з головних проблем в галузі штучного інтелекту.

Академік В.М. Глушков у 1957р. висунув ідею про мозкоподібні структури. Значні результати у розвиток основних положень щодо створення мозкоподібних структур внесли вчені В.М. Глушков, Ю.І. Журавльов, М.Ф. Бондаренко, Ю.П. Шабанов-Кушнарєнко, Н.В. Шаронова, Е.Г. Петров, Є.П. Путятін, В.П. Машталір, Є.В. Бодянський, В.І. Хаханов, І.В. Шостак, Р. Шенк, В.А. Садівничий, В.В. Воеводін, Н.Н. Парамонов, Т. Шібата, А. Бандіюпадхайя.

Опис природної мови і мислення людини здійснюються за допомогою відношень. Відношення, в свою чергу, описують будь-які об'єкти. Поняття відношення лежить в основі визначення поняття мозкоподібної структури, а для її побудови запропоновано алгебру скінченних предикатів – математичний апарат, що дозволяє представити у формульному вигляді відношення і дії над ними.

Описуючи формально різноманітні механізми природної мови, їх можна згодом відтворити засобами обчислювальної техніки, що дає змогу підвищити рівень пошуку розв'язків ще одного класу задач штучного інтелекту.

Засобом формального опису формульного представлення відношень є реляційна логічна мережа, яка дає можливість побудови моделей об'єктів будь-якої природи і призводить до штучного відтворення їх поведінки.

Дисертаційну роботу присвячено розробці моделей реляційних логічних мереж мозкоподібних структур, в основу яких покладено формальний опис морфологічних структур, застосування розвинуеного методу розшарування скінченного предиката, що веде до автоматизованої побудови окремих частин реляційної логічної мережі з отриманням оптимальних рішень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертаційної роботи відповідає проблематиці держбюджетної науково-дослідної роботи Харківського національного університету радіоелектроніки № 232-2 «Розробка теорії та принципів побудови мозкоподібних ЕОМ з реляційними мережами» (№ ДР 0109U001646), № 264-1 «Розробка теорії та принципів побудови мозкоподібних структур» (№ ДР 0112U000205).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності обробки інформації у системах штучного інтелекту за рахунок розробки моделі словозміни коротких форм прикметників, узагальненої моделі словозміни прикметників російської мови та подальшого розвитку методу

розшарування скінченного предиката мозкоподібних структур, що моделюються на основі апарата алгебри скінченних предикатів реляційними логічними мережами у системах штучного інтелекту, спрямованих на паралельну обробку інформації з їх подальшою програмною реалізацією.

Для досягнення цієї мети в межах дисертаційної роботи необхідно вирішити такі основні задачі:

- аналіз напрямів вирішення практичних задач в галузі штучного інтелекту, у тому числі задач формалізації морфології російської мови, та стану розробок школи В.М. Глушкова щодо мозкоподібних структур;

- розробка формальної моделі словозміни коротких форм прикметників російської мови на базі реляційної логічної мережі як окремої частини узагальненої моделі словозміни прикметників російської мови;

- розробка формальної узагальненої моделі словозміни прикметників, що дозволяє відмінювати повні неprisвійні прикметники, потенційні словоформи повних неprisвійних прикметників, представлених у звуковому вигляді, та проводити словозміну коротких форм прикметників російської мови в цілях здійснення більш точної обробки природномовної інформації;

- розвинення методу розшарування скінченного предиката в морфологічній задачі моделювання процесу відмінювання потенційних словоформ повних неprisвійних прикметників, представлених у звуковому вигляді, за рахунок встановлення автоматизованого зв'язку ознак слова з типом відмінювання та словоформою;

- розробка моделі реляційної логічної мережі для обробки числових даних на основі алгебри скінченних предикатів;

- розробка програмних засобів, що реалізують узагальнену морфологічну модель та забезпечують автоматичну обробку словоформ і вирішують задачу із числовими даними.

Об'єкт дослідження – процес формального опису інтелектуальної діяльності людини за допомогою моделей реляційних логічних мереж мозкоподібних структур.

Предмет дослідження – моделі реляційних мереж мозкоподібних структур та їх застосування в штучному інтелекті.

Методи дослідження: алгебра скінченних предикатів, методи розв'язання диз'юнктивних і кон'юнктивних систем логічних рівнянь, теорія графів, методи побудови реляційних логічних мереж, методи математичного моделювання – для розробки формальних моделей прикметників російської мови та для подальшого розвитку методу розшарування скінченного предиката.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Вперше запропоновано формальну модель словозміни коротких форм прикметників російської мови, яка характеризується введенням нових предметних змінних, що дає можливість розширити клас задач, які може розв'язувати реляційна логічна мережа.

2. Вперше запропоновано формальну узагальнену модель словозміни прикметників російської мови, яка здійснює відмінювання повних неprisвійних прикметників, потенційних словоформ повних неprisвійних прикметників, представлених у звуковому вигляді, та виконує словозміну коротких форм

прикметників російської мови. Модель дозволяє вирішувати задачі аналізу, синтезу та нормалізації природномовної інформації та підвищувати якість пошуку в природномовних системах.

3. Набув подальшого розвитку метод розшарування скінченного предиката шляхом автоматизованого переходу від ознак слова до мозкоподібної структури, представленої моделлю реляційної логічної мережі, що дозволяє застосовувати його до розв'язання морфологічних задач обробки природномовної інформації.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Запропоновані модель словозміни коротких форм прикметників російської мови, узагальнена модель словозміни прикметників російської мови та розвинений метод розшарування скінченного предиката, які базуються на використанні алгебри скінченних предикатів, літерних і числових реляційних логічних мереж моделювання систем штучного інтелекту, доведено до програмної реалізації в додатках AdjNet та Vpoliklinike, що дозволило підвищити якість обробки природномовної інформації та отримувати оптимальні рішення при визначенні діагнозу та призначень пацієнтові.

2. Запропоновані формальні модель словозміни коротких форм прикметників та узагальнена модель словозміни прикметників російської мови дають можливість упорядкувати та автоматизувати технологічні процеси виробництва механічної обробки деталей та допомагають візуально відображати хід їх виконання за допомогою реляційних логічних мереж.

3. Розроблена модель діагностування опорно-рухового апарату, що базується на алгебрі скінченних предикатів і представлена реляційною логічною мережею, використовується для діагностики захворювань та надання призначень пацієнту.

Отримані в процесі досліджень наукові висновки та положення дисертаційної роботи є обґрунтованими та достовірними. Обґрунтованість підтверджується коректним використанням апарата алгебри скінченних предикатів. Достовірність підтверджується успішною реалізацією розроблених формальних моделей і методу та ефективним практичним впровадженням результатів дисертаційних досліджень.

Результати дисертації у складі моделей, методу і програмних продуктів впроваджено в організаціях: 1) ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України» (акт впровадження від 13.09.2012 р.) та на фірмі ТОВ «Сталекс» (акт впровадження від 24.08.2012 р.); 2) Харківський національний університет радіоелектроніки в рамках дисциплін «Теорія інтелекту», «Біоніка інтелекту» та «Логічний аналіз» для студентів спеціальності «Програмна інженерія» (акт впровадження від 15.10.2012 р.).

Особистий внесок здобувача. Всі положення дисертаційної роботи, які виносяться на захист, основні результати теоретичних і експериментальних досліджень отримано здобувачем особисто. У роботах, написаних у співавторстві, здобувачу належать такі результати: [1] – аналіз проблеми природи суб'єктивних станів; [4] – побудова таблиць, що визначають зв'язок ознак слова із типом відміни; [7] – модель словозміни коротких форм прикметників російської мови; [8] – побудова реляційної логічної мережі моделі словозміни коротких форм прикметників російської мови; [9] – узагальнення моделі словозміни прикметників російської мови, [10] – опис програмної реалізації узагальненої моделі словозміни

прикметників російської мови.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися і були схвалені на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» (Чернівці, 2012), Міжнародній науковій конференції «Нові технології в матеріалознавстві, інформаційних системах, електроніці, енергетиці, економіці, екології» (Кременчук, 2012), II Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Математичне моделювання фрактальних процесів, родинні проблеми аналізу та інформатики» (Нальчик, 2012).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи викладено у 10 наукових працях, зокрема, 7 статтях у виданнях згідно з переліком наукових фахових видань України (2 одноосібно), та 3 публікаціях у матеріалах і тезах доповідей міжнародних наукових конференцій.

Структура дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і трьох додатків. Повний обсяг дисертації складає 170 сторінок; обсяг основного тексту 139 сторінок; 30 рисунків; 12 таблиць; список використаних джерел, що містить 154 найменування та займає 15 сторінок; три додатки на 18 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, розкрито наукову та практичну цінність отриманих результатів, наведено відомості про публікації, апробацію роботи та особистий внесок здобувача.

У **першому розділі** проведено аналіз задач, що вирішуються в системах штучного інтелекту. Досліджено напрямки галузі штучного інтелекту та задачі, які вони розв'язують.

Виконано огляд історичних аспектів, актуальних розробок та перспектив школи В.М. Глушкова щодо мозкоподібних структур, які відтворюють принципи роботи мозку та функціонально з ним схожі, але не є точною його копією.

Виконано аналіз апарата алгебри скінченних предикатів, що використовується у моделюванні інтелектуальних процесів, у тому числі – для формального опису мозкоподібних структур.

Зроблено висновок, що недостатньо формалізовано та слабо структуровано природномовну інформацію. Необхідно розробити з використанням апарата алгебри скінченних предикатів нові моделі та розвинути метод розшарування скінченного предиката шляхом його застосування до потенційних словоформ повних неписуваних прикметників, представлених у звуковому вигляді. Це дає можливість формалізовану інформацію представити у вигляді реляційних логічних мереж.

Сформульовано та обґрунтовано мету й задачі наукових досліджень.

У **другому розділі** розроблено формальну модель словозміни коротких форм прикметників російської мови, основним практичним застосуванням якої є обробка природномовного апарата. Реляційна логічна мережа формальної моделі словозміни коротких форм прикметників дозволяє підвищити та здійснити ефективну обробку

текстів у природномовних системах завдяки введенню нових предметних змінних і, таким чином, допомагає отримати більш високу точність їх обробки, високий рівень якості моделювання природної мови людини та вдосконалити комп'ютерні on-line перекладачі тощо.

Усі вирішальні елементи побудованої реляційної логічної мережі працюють паралельно (одночасно), а її продуктивність зростає прямо пропорційно числу вирішальних елементів в ній.

Предикат формальної моделі словозміни коротких форм прикметників має вигляд:

$$P(x_1, x_2, p, z_k, z_{0k}, y_k, y) = \\ = P_1(x_1, p) \wedge P_2(x_2, p) \wedge P_3(p, z_k) \wedge P_4(y, z_k) \wedge P_5(y_k, z_k) \wedge P_6(z_k, z_{0k}), \quad (1)$$

де предметні змінні мають такі значення: x_1 – рід форми слова із параметрами М – чоловічий, Ж – жіночий, С – середній; x_2 – число форми слова із параметрами Ед. – одинина, Мн. – множина; p – номер комірки таблиці; z_k – закінчення форми слова скорочених форм прикметників: *, ь, о, е, а, я, ы, и, ё'; z_{0k} – ознака ударності закінчення; y – головна буква основи; y_k – подвійна ударність.

Модель словозміни коротких форм прикметників представлено реляційною логічною мережею, яка складається з 7 полюсів та 6 гілок. Модель має 7 предметних змінних $x_1, x_2, p, z_k, z_{0k}, y_k, y$. Усі 7 полюсів пов'язано із областю зміни атрибутів полюсів. Будь-який полюс реляційної логічної мережі несе знання щодо значення атрибута безперервно у часі.

Позначення $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$ над гілками реляційної логічної мережі вказують на номер відповідного відношення. Кожна гілка з'єднує два полюси, які відповідають предметним змінним, тобто кожній гілці відповідає певне відношення. Реляційна логічна мережа словозміни коротких форм прикметників має 6 відношень відповідно до гілок: $P_1(x_1, p)$, $P_2(x_2, p)$, $P_3(p, z_k)$, $P_4(y, z_k)$, $P_5(y_k, z_k)$, $P_6(z_k, z_{0k})$.

Мережа має два внутрішніх полюси із предметними змінними p та z_k , а також п'ять зовнішніх полюсів з предметними змінними x_1, x_2, z_{0k}, y_k, y . Відрізнити полюси можна за кількістю вхідних гілок. Модель словозміни коротких форм прикметників має предметні змінні x_1, x_2 , значення яких характеризують контекст, що оточує слово; предметні змінні y_k, y , що характеризуються словозміною самого слова та z_{0k} , що характеризує результат словозміни слова, тобто словоформи.

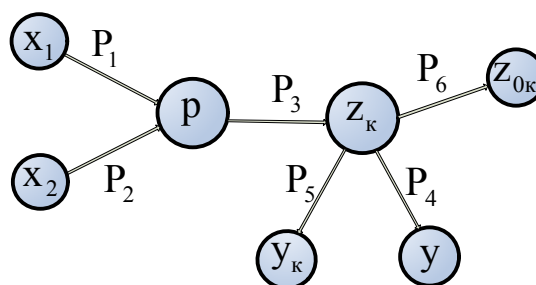


Рис. 1 – Реляційна логічна мережа словозміни коротких форм прикметників

Обчислювальна реляційна логічна мережа необхідна для розв'язання системи предикатних рівнянь. Результатом роботи реляційної логічної мережі є уточнення знань, які знаходяться в усіх її полюсах відповідно до початкових даних.

У другому розділі також розроблено формальну узагальнену модель словозміни прикметників російської мови, що здійснює відмінювання повних неписуваних прикметників, потенційних словоформ повних неписуваних прикметників, представлених у звуковому вигляді, а також словозміну коротких форм прикметників російської мови. Предикат формальної моделі має вигляд:

$$\begin{aligned} &P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, p, r, s, s_{\text{звук}}, y_1, y_2, y_3, y_k, y, z_{\text{л}}, z_{\text{п}}, z, z_0, z_1, z_2, z_3, z_k, z_{0k}) = \\ &= P_1(x_1, r) \wedge P_2(x_2, r) \wedge P_3(x_3, r) \wedge P_4(x_4, r) \wedge P_5(x_5, r) \wedge P_6(z_{\text{л}}, r) \wedge P_7(z_{\text{п}}, r) \wedge \\ &\wedge P_8(z_{\text{л}}, z) \wedge P_9(z_{\text{п}}, z) \wedge P_{10}(z_{\text{л}}, z_0) \wedge P_{11}(z_{\text{л}}, z_1) \wedge P_{12}(z_{\text{п}}, z_2) \wedge P_{13}(z_{\text{п}}, z_3) \wedge P_{14}(s, z_{\text{л}}) \wedge \quad (2) \\ &\wedge P_{15}(y_1, s) \wedge P_{16}(y_2, s) \wedge P_{17}(y_3, s) \wedge P_{18}(z_{\text{л}}, s_{\text{звук}}) \wedge P_{19}(y_1, s_{\text{звук}}) \wedge P_{20}(y_3, s_{\text{звук}}) \wedge \\ &\wedge P_{21}(x_1, p) \wedge P_{22}(x_2, p) \wedge P_{23}(z_k, p) \wedge P_{24}(z_k, z_{0k}) \wedge P_{25}(z_k, y_k) \wedge P_{26}(z_k, y), \end{aligned}$$

де предметні змінні мають такі значення: x_1 – рід форми слова із параметрами М – чоловічий, Ж – жіночий, С – середній»; x_2 – число форми слова із параметрами Ед. – одиниця, Мн. – множина»; x_3 – відмінок форми слова із параметрами И – називний, Р – родовий, Д – давальний, В – знахідний, Т – орудний, П – місцевий; x_4 – ознака істотності форми слова із параметрами О – істота, Н – неістота; x_5 – ознака сучасності форми слова із параметрами С – сучасний, А – архаїчний; r – номер впливу контексту; s – тип відмінювання слова; $s_{\text{звук}}$ – тип відмінювання звукової форми; y_1 – остання літера основи слова; y_2 – ознака ударності слова; y_3 – ознака пом'якшення слова; $z_{\text{л}}$ – ліва частина закінчення, $z_{\text{п}}$ – права частина закінчення, z – закінчення слова, z_1 – перша буква закінчення, z_2 – друга буква закінчення, z_3 – третя буква закінчення; p – номер комірки таблиці коротких форм прикметників; z_0 – знак наголосу; z_k – закінчення коротких форм прикметників; z_{0k} – ознака ударності закінчення коротких форм прикметників; y_k – подвійна ударність коротких форм прикметників; y – головна буква основи коротких форм прикметників.

Узагальнену модель словозміни прикметників російської мови представлено реляційною логічною мережею, яка складається з 25 полюсів та 26 гілок.

Модель має 25 предметних змінних $P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, p, r, s, s_{\text{звук}}, y_1, y_2, y_3, y_k, y, z_{\text{л}}, z_{\text{п}}, z, z_0, z_1, z_2, z_3, z_k, z_{0k})$. Усі 25 полюсів пов'язано із областю зміни атрибутів полюсів. Будь-який полюс реляційної логічної мережі несе знання щодо значення атрибута безперервно у часі.

Позначення $P_1 - P_{26}$ над гілками реляційної логічної мережі вказують на номер відповідного відношення. Кожна гілка з'єднує два полюси, які відповідають предметним змінним, тобто кожній гілці відповідає певне відношення. Реляційна логічна мережа узагальненої моделі словозміни прикметників має 26 відношень

відповідно до гілок: $P_1(x_1, r)$, $P_2(x_2, r)$, $P_3(x_3, r)$, $P_4(x_4, r)$, $P_5(x_5, r)$, $P_6(z_l, r)$, $P_7(z_n, r)$, $P_8(z_l, z)$, $P_9(z_n, z)$, $P_{10}(z_l, z_0)$, $P_{11}(z_l, z_1)$, $P_{12}(z_n, z_2)$, $P_{13}(z_n, z_3)$, $P_{14}(s, z_l)$, $P_{15}(y_1, s)$, $P_{16}(y_2, s)$, $P_{17}(y_3, s)$, $P_{18}(z_l, s_{звук})$, $P_{19}(y_1, s_{звук})$, $P_{20}(y_3, s_{звук})$, $P_{21}(x_1, p)$, $P_{22}(x_2, p)$, $P_{23}(z_k, p)$, $P_{24}(z_k, z_0)$, $P_{25}(z_k, y_k)$, $P_{26}(z_k, y)$.

Мережа має вісім внутрішніх полюсів із предметними змінними $r, z_n, z_l, z, s, s_{звук}, p$ та z_k , а також п'ятнадцять зовнішніх полюсів з предметними змінними $P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, y_1, y_2, y_3, y_k, y, z_0, z_1, z_2, z_3, z_{0k})$. Відрізнити полюси можна за кількістю вхідних гілок. Узагальнена модель словозміни прикметників має предметні змінні x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 , значення яких характеризують контекст, що оточує слово; предметні змінні y_1, y_2, y_3, y_k, y , що характеризуються словозміною самого слова та $z_0, z_1, z_2, z_3, z_{0k}$, що характеризує результат словозміни слова, тобто словоформи.

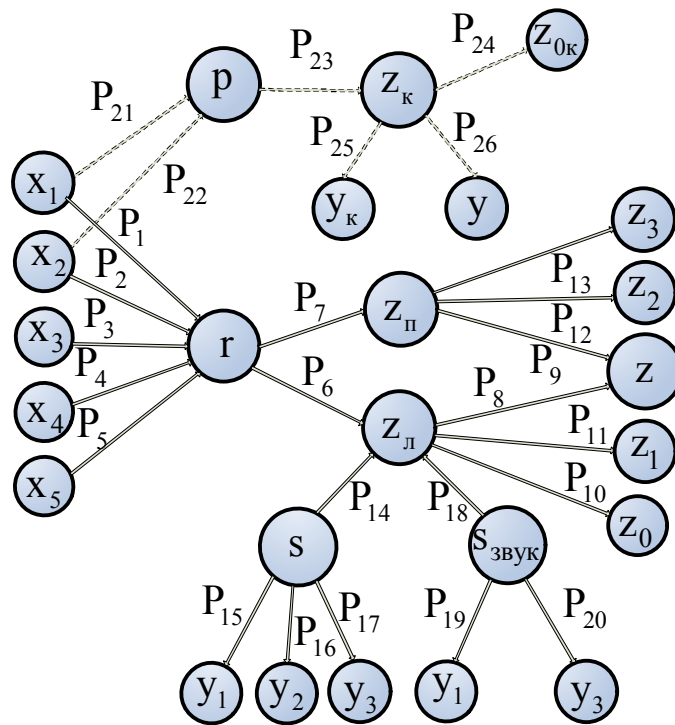


Рис. 2 – Реляційна логічна мережа узагальненої моделі словозміни прикметників

Побудована формальна модель характеризується системою бінарних відношень $P_1 - P_{26}$, заданих формулами відповідних предикатів.

У третьому розділі метод розширення скінченного предиката розвинено для розв'язання задачі створення мозкоподібної структури аналізу фрагментів тексту російської мови і застосовано до звукової моделі відмінювання потенційних словоформ повних неприсвійних прикметників. Метод розширення скінченного предиката забезпечує автоматизований перехід від довільного предиката $P(x_1, x_2, \dots, x_m)$ до реляційної логічної мережі, що вирішує рівняння $P(x_1, x_2, \dots, x_m) = 1$. Тому розглянуту у роботі модель відмінювання, що раніше була побудована на

$$R(h_1, h_2, h_3, s) = (h_1^{\bar{6}} h_2^y h_3^T) s^1 \vee (h_1^{\bar{ж}} h_2^y h_3^T) s^2 \vee (h_1^{\bar{6}} h_2^y h_3^M) s^3 \vee (h_1^{\bar{ч}} h_2^y h_3^M) s^4 \vee (h_1^{\bar{г}} h_2^y h_3^M) s^5 \vee (h_1^{\bar{6}} h_2^B h_3^T) s^6 \vee \\ \vee (h_1^{\bar{г}} h_2^B h_3^T) s^7 \vee (h_1^{\bar{ж}} h_2^B h_3^T) s^8 \vee (h_1^{\bar{6}} h_2^B h_3^M) s^9 \vee (h_1^{\bar{ч}} h_2^B h_3^M) s^{10}.$$

Крок 5. Здійснюємо бінаризацію предиката $R(h_1, h_2, h_3, s)$.

$$G_1(h_1, s) = h_1^{\bar{6}}(s^1 \vee s^3 \vee s^6 \vee s^9) \vee h_1^{\bar{ж}}(s^2 \vee s^8) \vee h_1^{\bar{ч}}(s^{10} \vee s^4) \vee h_1^{\bar{г}} s^7;$$

$$G_2(h_2, s) = h_2^y(s^1 \vee s^2 \vee s^3 \vee s^4 \vee s^5) \vee h_2^B(s^6 \vee s^7 \vee s^8 \vee s^9 \vee s^{10});$$

$$G_3(h_3, s) = h_3^T(s^1 \vee s^2 \vee s^6 \vee s^7 \vee s^8) \vee h_3^M(s^3 \vee s^4 \vee s^5 \vee s^9 \vee s^{10});$$

Крок 6. Будуємо асоціюючий шар перемикального ланцюга $P(y_1, y_2, y_3, h_1, h_2, h_3, s) = g$, де $g \in \{0, 1\}$, (рис. 3).

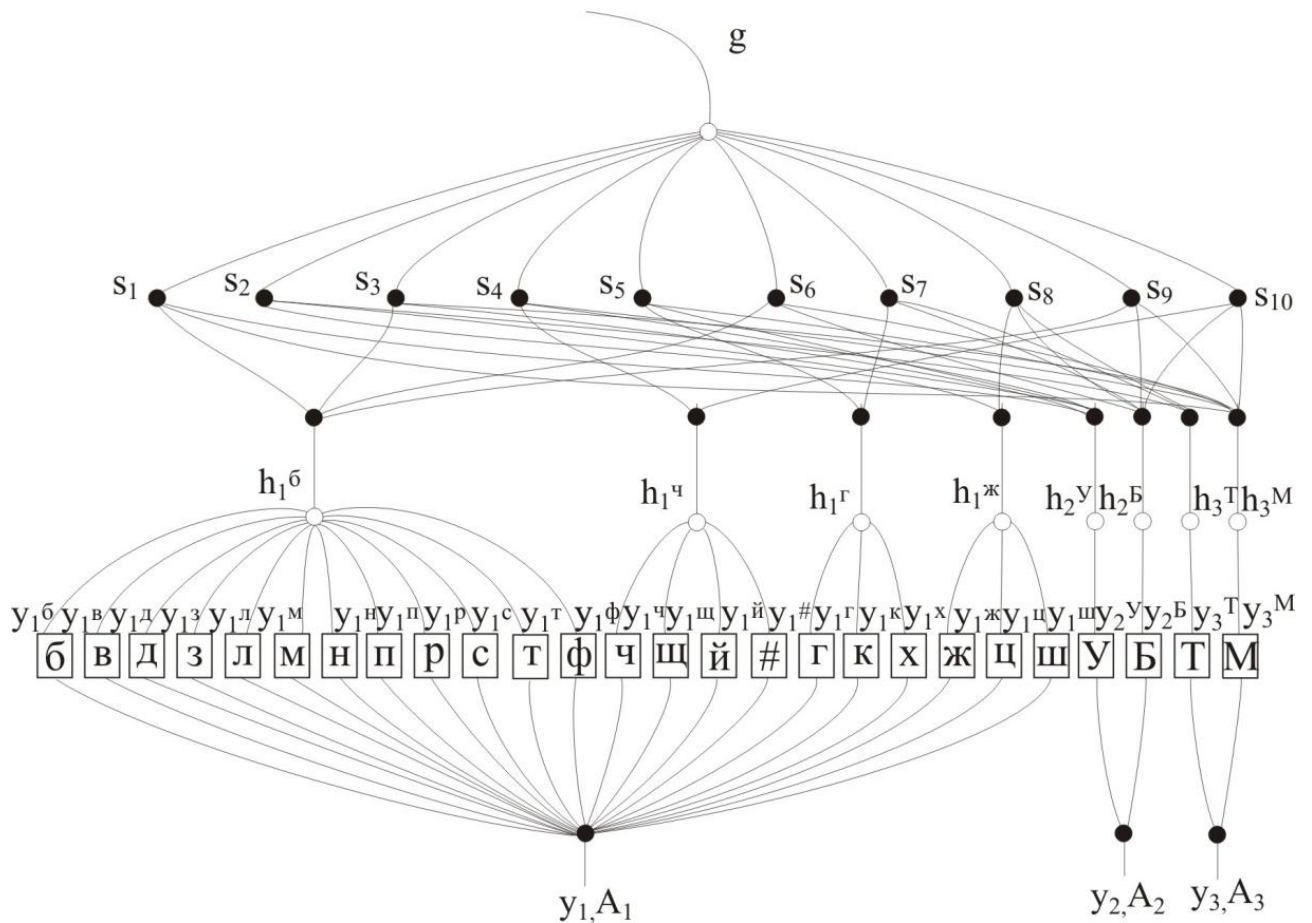


Рис. 3 – Асоціюючий шар перемикального ланцюга $P(y_1, y_2, y_3, h_1, h_2, h_3, s) = g$

$$T(s) = s^1 \vee s^2 \vee s^3 \vee s^4 \vee s^5 \vee s^6 \vee s^7 \vee s^8 \vee s^9 \vee s^{10}.$$

$$R(h_1, h_2, h_3, s) = G_1(h_1, s) \wedge G_2(h_2, s) \wedge G_3(h_3, s).$$

Кроки 7 – 8. Будуємо реляційну логічну мережу, яку представлено на рис. 4 для відношення $P(y_1, y_2, y_3, h_1, h_2, h_3, s) = g$.

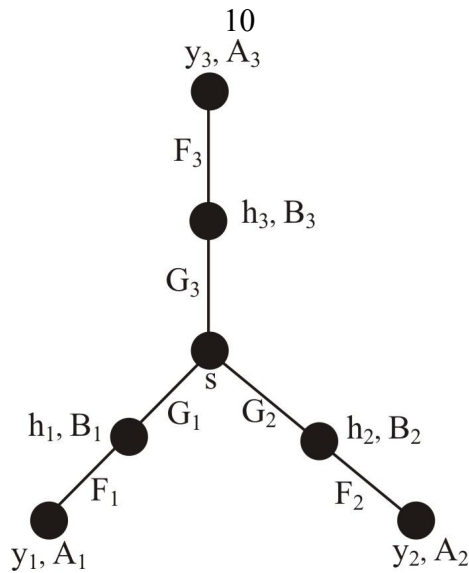


Рис. 4 – Реляційна логічна мережа для ознак основи слова

Аналогічним чином виконуємо згідно 3 кроками 1-8 метод розшарування скінченного предиката для творення словоформи. Асоціюючий шар перемикального ланцюга в цьому випадку має вигляд $P(h_1, z_{\pi}, w, s) = g$ (рис. 5).

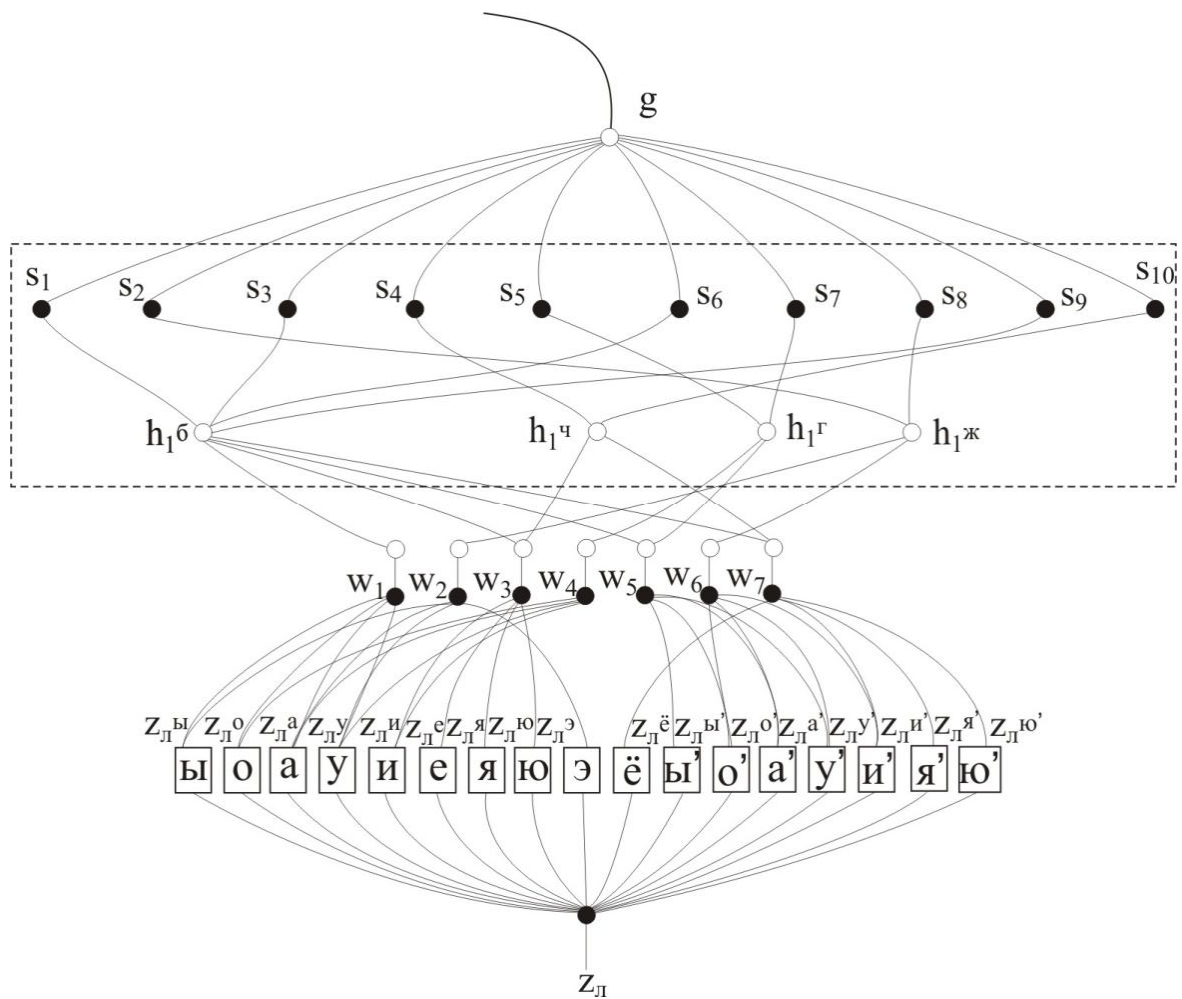


Рис. 5 – Асоціюючий шар перемикального ланцюга $P(h_1, z_{\pi}, w, s) = g$

При $g=1$ отримуємо реляційну логічну мережу у вигляді багатополюсника для відношення $P(h_1, z_{л}, w, s)=t$, яка представлена на рис. 6.

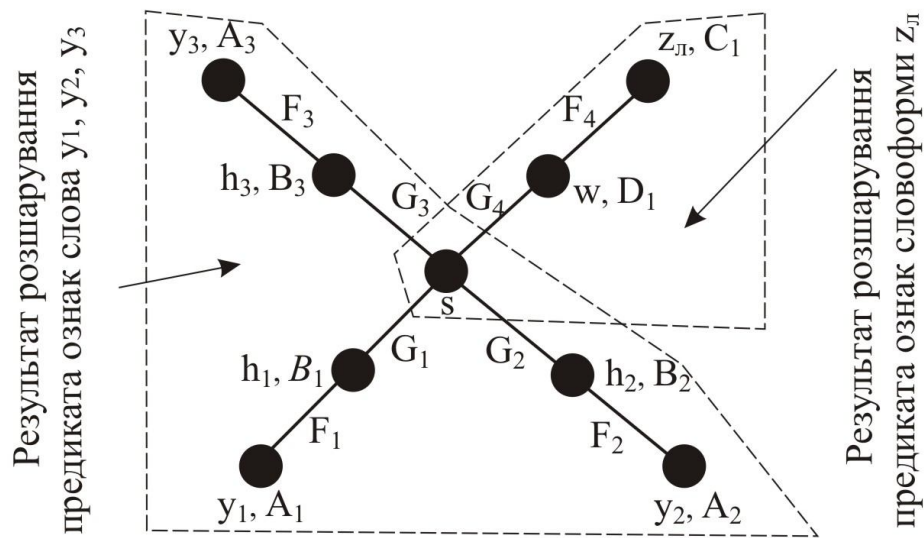


Рис. 6 – Реляційна логічна мережа, що отримана із застосуванням методу розшарування скінченного предиката до ознак словоформи

У представленій звуковій моделі відмінювання потенційних словоформ повних нерисвійних прикметників ознаки контексту достатньо мінімізовані, тому застосування методу розшарування скінченного предиката до них не має сенсу.

Таким чином, у роботі використано метод розшарування скінченного предиката для звукової моделі відмінювання потенційних словоформ повних нерисвійних прикметників, що тепер дає можливість автоматизувати процес переходу від скінченного предиката до реляційної логічної мережі для морфологічних структур.

У **четвертому розділі** дисертаційної роботи моделі реляційних логічних мереж мозкоподібних структур та розвинений метод розшарування скінченного предиката запропоновано для вирішення практичних задач у галузі штучного інтелекту. За допомогою узагальненої моделі словозміни прикметників, що характеризується орієнтацією на використання реляційної логічної мережі, вирішуються задачі редагування текстів російської мови та автоматизоване діагностування захворювань опорно-рухового апарата та надання відповідних призначень пацієнтам.

У ході виконання дисертаційної роботи програмно реалізовано узагальнену модель словозміни прикметників за допомогою додатку AdjNet, де результат представлено реляційною логічною мережею. Вирішуються задачі синтезу, аналізу, нормалізації словоформ та їх звукових форм.

Додаток AdjNet дозволяє виявляти в тексті прикметники на базі ознак основи слів. Він дозволяє моделювати будь-які словоформи прикметників за заданими ознаками, а саме, здійснювати синтез слів за поданим текстом та корегувати його за

контекстом, аналізувати будь-який прикметник, визначати його ознаки і нормалізувати слова.

Наведено приклад використання програмного додатку AdjNet на реченні **«Глубока была река, а солнце своими теплыми лучами ее прогревало и ярким светом освещало близлежащую зеленую лужайку»**.

Задача синтезу полягає у визначенні словоформи відповідно до навколишнього контексту слова. Сутність задачі полягає у перетворенні помилково введених слів у коректні словоформи відповідно до контексту речення. Синтез речення, введеного некоректно: **«Глубок была река, а солнце теплым лучами ее прогревало и ярким светом освещало близлежащая зеленую лужайку»** виконано для повних неприсвійних прикметників, коротких та потенційних словоформ повних нерисвійних прикметників, представлених у звуковому вигляді. Завдяки діям експерта прикметники приведено до граматично правильного вживання у реченні. Розпізнано 5 прикметників: «глубок», «теплым», «ярким», «близлежащая» та прикметник «зеленую».

Програмний додаток дозволяє замінити некоректне слово коректним у похідному тексті відповідно до навколишнього контексту – **«Глубока была река, а солнце своими теплыми лучами ее прогревало и ярким светом освещало близлежащую зеленую лужайку»**.

Задача аналізу полягає у визначенні граматичних ознак словоформи відповідно до навколишнього контексту форми слова. Суть завдання полягає у виведенні коректно класифікованих ознак словоформи. Виконано аналіз похідного речення **«Глубока была река, а солнце своими теплыми лучами ее прогревало и ярким светом освещало близлежащую зеленую лужайку»**. Здійснено розпізнавання 5 прикметників: «глубока», «теплыми», «ярким», «близлежащую», «зеленую». Отримано ознаки:

1. Форма.
2. Основа слова.
3. Рід.
4. Число.
5. Відмінок.
6. Ознака істотності.
7. Ознака сучасності.

Таблица 2 – Аналіз словоформ щодо коротких, повних та звукових форм

Ознаки	Глубока	Теплыми	Ярким	Близлежа- щую	Зеленую	Близлежа- щую
1	Коротка	Повна	Повна	Повна	Повна	Звукова
2	глубок	тепл	ярк	близлежащ	зелен	близлежащ
3	Ж	*	М	Ж	Ж	Ж
4	Ед.	Мн.	Ед.	Ед.	Ед.	Ед.
5	-	Т	Т	В	В	В
6	-	Н	Н	Н	Н	Н
7	-	С	С	С	С	С

Задача нормалізації полягає у визначенні слова відповідно до словоформи. Сутність задачі полягає у знаходженні словникових форм словоформ. Виконано нормалізацію похідного речення **«Глубока была река, а солнце своими теплыми лучами ее прогревало и ярким светом освещало близлежащую зеленую лужайку»**. Розпізнано 5 прикметників: «глубока», «теплыми», «ярким», «близлежащую», «зеленую». Результат нормалізації для «глубока» – «глубок», для «теплыми» – «теплый»; для прикметника «ярким» – «яркий», для прикметника «близлежащую» – «близлежащий», для прикметника «зеленую» – «зеленый».

Показано, що програмний додаток AdjNet працює коректно, здійснює аналіз, синтез та нормалізацію відмінювання повних неprisвійних прикметників, потенційних словоформ повних неprisвійних прикметників, представлених у звуковому вигляді, та словозміну коротких форм прикметників російської мови.

У роботі розглянуто практичну задачу – формальну модель діагностування захворювань опорно-рухового апарата за медичними показниками. Розроблена модель числової реляційної логічної мережі завдяки апарата алгебри скінченних предикатів та методу розшарування скінченного предиката дозволяє за допомогою уточнень пацієнта скорегувати діагноз та призначення, які отримуються внаслідок роботи реляційної логічної мережі. Використання моделі дозволило ефективно приймати рішення та отримувати призначення: ліки, додаткові аналізи, процедури, режим, масаж, лікувальна фізкультура, дієта, які більш точно задовольняють стану та можливостям пацієнта.

Модель характеризується такими предметними змінними: x_1 – рід; x_2 – вага; x_3 – ріст; x_4 – вік; x_5 – особисті дані; f – фізичні параметри; x_6 – температура тіла (загальна гіпертермія); x_7 – верхній артеріальний тиск; x_8 – нижній артеріальний тиск; x_9 – локалізація болі; x_{10} – характер болі; x_{11} – тривалість болі; x_{12} – іррадіація болі; x_{13} – характер рухливості; x_{14} – обмеженість рухливості; x_{15} – об’єктивний огляд; x_{16} – відчуття болі; x_{17} – загальні скарги; x_{18} – спостереження лікаря; m – медичні параметри; d – діагноз, який виводиться за даними, що надав пацієнт; n – призначення пацієнту, де n_1 – ліки; n_2 – аналізи; n_3 – процедури; n_4 – режим; n_5 – масаж; n_6 – фізкультура, спорт; n_7 – харчування. Лікар проводить корекцію призначень відповідно до можливостей пацієнта.

Предикатна модель має вигляд:

$$\begin{aligned}
 P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18}, f, m, s, d, \\
 n, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6, n_7) = & P_1(x_1, f) \wedge P_2(x_2, f) \wedge P_3(x_3, f) \wedge P_4(x_4, f) \wedge \\
 & \wedge P_5(x_5, f) \wedge P_6(x_6, m) \wedge P_7(x_7, m) \wedge P_8(x_8, m) \wedge P_9(x_9, m) \wedge P_{10}(x_{10}, m) \wedge \\
 & \wedge P_{11}(x_{11}, m) \wedge P_{12}(x_{12}, m) \wedge P_{13}(x_{13}, m) \wedge P_{14}(x_{14}, m) \wedge P_{15}(x_{15}, m) \wedge \\
 & P_{16}(x_{16}, m) \wedge P_{17}(x_{17}, m) \wedge P_{19}(f, d) \wedge P_{20}(m, d) \wedge P_{21}(d, n) \wedge P_{22}(n, n_1) \wedge \\
 & \wedge P_{23}(n, n_2) \wedge P_{24}(n, n_3) \wedge P_{25}(n, n_4) \wedge P_{26}(n, n_5) \wedge P_{27}(n, n_6) \wedge P_{28}(n, n_7).
 \end{aligned} \tag{3}$$

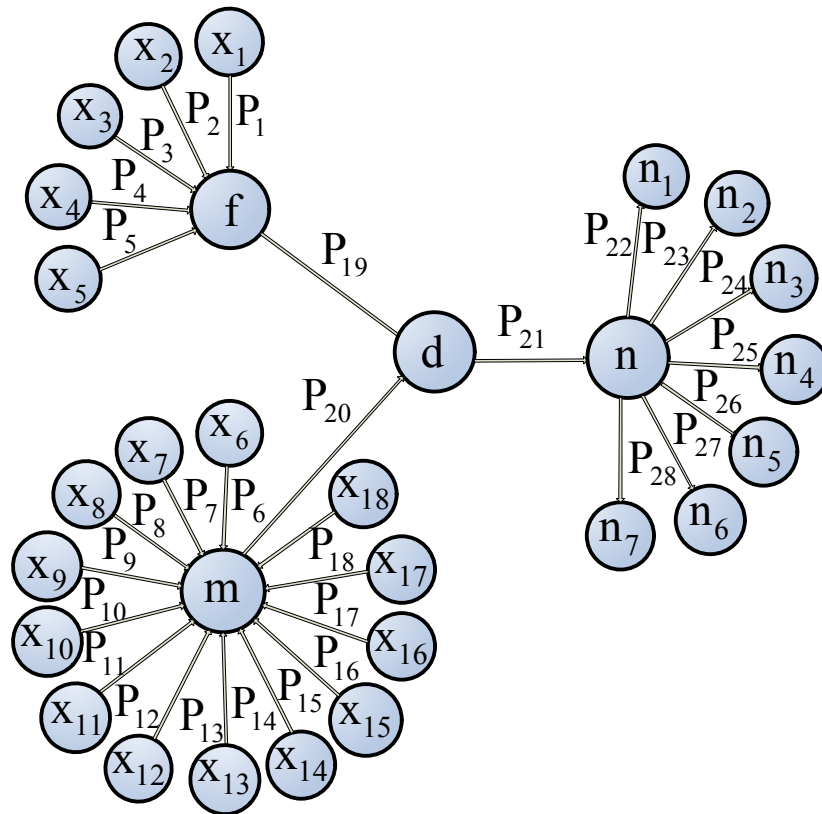


Рисунок 8 – Реляційна логічна мережа медичної моделі захворювань опорно-рухового апарата

Розроблено програмний додаток Vpoliklinike для діагностування захворювань опорно-рухового апарату та корегування призначень пацієнтом. Він дозволяє лікарям-інтернам та лікарям використовувати систему для вдосконалення професійних навичок, що сприяє підвищенню рівня кваліфікації медпрацівника.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено результати, які відповідно до мети дослідження, у сукупності є вирішенням актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності обробки інформації в системах штучного інтелекту за рахунок розробки моделей та подальшому розвиненню методу мозкоподібних структур аналізу інтелектуальної діяльності людини з використанням апарата алгебри скінченних предикатів. У процесі досліджень отримано такі основні результати:

1. Нова формальна модель словозміни коротких форм прикметників російської мови, яка характеризується системою бінарних відношень, заданих формулами відповідних предикатів, що дозволяє підвищити якість аналізу і синтезу природної мови шляхом розширення класів задач, які розв'язує алгебра скінченних предикатів.

2. Нова формальна узагальнена модель словозміни прикметників російської мови орієнтована на вирішення практичних задач обробки текстів природномовного

апарата, яка дозволяє підвищити якість аналізу, синтезу та нормалізації природномовної інформації.

3. Розвинений метод розшарування скінченного предиката, який дозволив відому реляційну логічну мережу звукової моделі відмінювання потенційних словоформ повних неприсвійних прикметників розподілити на частини відповідно до зв'язку ознак слова з типом відмінювання та словоформою, що дає можливість здійснювати автоматизовану побудову моделі.

4. Запропоновані моделі та метод реалізовано у програмному додатку для діагностування захворювань опорно-рухового апарата. Вони дозволяють за допомогою уточнень пацієнта скорегувати діагноз та призначення, які отримуються внаслідок роботи розробленої числової реляційної логічної мережі.

5. Результати дисертаційної роботи впроваджено у ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України» для автоматичного виявлення захворювань опорно-рухового апарата за допомогою уточнень пацієнта, який може корегувати діагноз і призначення, а також на фірмі ТОВ «Сталекс» для розробки системи автоматизації та структуризації технологічних процесів виробництва механічної обробки деталей. Результати дисертаційної роботи використано в навчальному процесі Харківського національного університету радіоелектроніки в рамках дисциплін «Теорія інтелекту», «Біоніка інтелекту» та «Логічний аналіз» для студентів спеціальності «Програмна інженерія».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бондаренко М. Ф. О булевых реляционных сетях [Текст] / М. Ф. Бондаренко, И. В. Каменева, Н. Е. Русакова, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко, И. Ю. Шубин // Бионика интеллекта. – 2011. – № 1 (75). – С. 3–7.

2. Каменева И.В. Анализ флексии письменной и устной моделей полных напорительных имен прилагательных русского языка [Текст] / И. В. Каменева // Бионика интеллекта. – 2012. – № 1 (78). – С. 116–118.

3. Каменева И. В. Преобразование словоформы с помощью метода расслоения предиката в морфологии русского языка [Текст] / И.В. Каменева // Искусственный интеллект. – 2012. – №4. – С.34–42.

4. Каменева І.В. Побудова реляційної мережі коротких прикметників російської мови [Текст] / І.В Каменева, А.С. Афанасьєв // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2012. – № 5 (67). – С. 195–202.

5. Каменева И. В. Программная реализация общей модели словоизменения прилагательных русского языка [Текст] / И. В. Каменева, А. С. Афанасьев // Радиоэлектроника и информатика. – 2012. – №3 (58). – С. 52–55.

6. Каменева И. В. Использование метода расслоения предиката в морфологии русского языка/ И. В Каменева, Н. Е. Русакова [Текст] // Системні технології: зб. наук. пр. – Д. : НМАУ, 2012. – №4 (81). – С.86–95

7. Каменева И.В. Общая модель словоизменения имен прилагательных русского языка [Текст] / И.В Каменева, А.С. Афанасьев // АСУ и приборы

автоматики : сб. науч. тр. – X. : ХНУРЕ, – Вып. 160. – С. 62–66.

8. Каменева И.В. Автоматизация построения реляционной сети [Текст] / И.В. Каменева // Проблемы Информатики та комп'ютерної техніки : тези Всеукр. наук.-практ. конф. (ПКТ-2012), 1–5 трав. 2012 р., м. Чернівці. – Ч. : Золоті литаври, 2012. – С. 60–63.

9. Каменева И. В. Анализ эффективности склонения полных непряжательных имен прилагательных русского языка [Текст] / И.В. Каменева // Новые технологии в материаловедении, информационных системах, электронике, энергетике, экономике, экологии (НТ МИС 4Э) : тезисы междунар. науч. конф. 14-17 май., 2012 г., г. Кременчуг. – С. 91-93.

10. Каменева И.В. Модель кратких имен прилагательных [Текст]/ И.В. Каменева, А.С. Афанасьев // Математическое моделирование фрактальных процессов, родственные проблемы анализа и информатики : материалы Второй междунар конф. молодых ученых, 28 нояб. – 1 дек. 2012 г., пос. Трескол, Кабардино-Балкарская Республика, Россия. – г. Нальчик, 2012. – С. 180–182.

АНОТАЦІЯ

Каменєва І.В. Моделі реляційних мереж мозкоподібних структур та їх застосування в штучному інтелекті. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.23 – системи та засоби штучного інтелекту. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2013.

Дисертацію присвячено підвищенню ефективності обробки інформації у системах штучного інтелекту за рахунок розробки моделі словозміни коротких форм прикметників, узагальненої моделі словозміни прикметників російської мови та подальшого розвитку методу розшарування скінченого предиката мозкоподібних структур, що моделюються на основі апарата алгебри скінчених предикатів реляційними логічними мережами у системах штучного інтелекту, спрямованих на паралельну обробку інформації з їх подальшою програмною реалізацією, що дозволяє підвищити якість формалізації інтелектуальної діяльності людини.

Об'єкт дослідження – процес формального опису інтелектуальної діяльності людини за допомогою моделей реляційних логічних мереж мозкоподібних структур.

Предмет дослідження – моделі реляційних мереж мозкоподібних структур та їх застосування в штучному інтелекті.

У роботі вперше побудовано формальну модель словозміни коротких форм прикметників, яка характеризується введенням нових предметних змінних, пов'язаних системою бінарних відношень та заданих формулами відповідних предикатів. Запропонована модель розширює клас задач, що розв'язує реляційна логічна мережа. Вперше запропоновано і досліджено узагальнену модель словозміни прикметників російської мови, яка здійснює відмінювання повних неprisвійних прикметників, потенційних словоформ повних неprisвійних прикметників, представлених звуковою формою, та виконує словозміну коротких

форм прикметників російської мови. Модель задана формулами відповідних предикатів і реалізована у програмному додатку AdjNet. Набув подальшого розвитку метод розшарування скінченного предиката для автоматизованої побудови звукової моделі відмінювання потенційних форм повних неprisвійних прикметників російської мови у вигляді реляційної логічної мережі.

На основі запропонованих моделей та методу розроблено додаток Vpoliklinike, що працює за принципом реляційної логічної мережі, який дозволяє моделювати процес діагностування захворювань опорно-рухового апарата та призначення, що задовольняють вимогам пацієнта.

Ключові слова: мозкоподібні структури, морфологічна модель, апарат алгебри скінченних предикатів, розшарування предиката, реляційна логічна мережа.

АННОТАЦИЯ

Каменева И.В. Модели реляционных сетей мозгоподобных структур и их применение в искусственном интеллекте. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.23 — системы и средства искусственного интеллекта. — Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2013.

Диссертационная работа посвящена эффективности обработки информации в системах искусственного интеллекта за счет разработки формальных: модели словоизменения кратких имен прилагательных и общей модели словоизменения прилагательных русского языка, а также расширенного метода расслоения конечного предиката мозгоподобных структур, в основе которых лежит формальное описание морфологических структур с помощью аппарата алгебры конечных предикатов, которые моделируются реляционными логическими сетями в системах искусственного интеллекта и направлены на параллельную обработку информации с их дальнейшей программной реализацией, что позволяет повысить качество формализации интеллектуальной деятельности человека.

Объект исследования — процесс формального описания интеллектуальной деятельности человека с помощью моделей реляционных логических сетей мозгоподобных структур.

Предмет исследования — модели реляционных сетей мозгоподобных структур и их применение в искусственном интеллекте.

В диссертационной работе построена формальная модель словоизменения кратких имен прилагательных, которая характеризуется введением новых предметных переменных, связанных системой бинарных отношений и заданных формулами соответствующих предикатов. Модель расширяет класс задач, которые решает реляционная логическая сеть мозгоподобных структур, и дает возможность осуществлять обработку текстов в естественных языковых системах.

Предложена формальная общая модель словоизменения прилагательных русского языка, которая осуществляет склонение полных непряжательных имен прилагательных, потенциальных словоформ полных непряжательных имен прилагательных, представленных в звуковом виде, и словоизменение кратких имен прилагательных русского языка. Общая модель словоизменения прилагательных русского языка задана формулами соответствующих предикатов, реализованных в приложении AdjNet. Приведены примеры решения задач анализа, синтеза и нормализации грамматической структуры текста естественного языка.

Получил дальнейшее развитие метод расслоения конечного предиката для автоматического построения морфологической модели склонения потенциальных форм полных непряжательных имен прилагательных русского языка, который расслаивает исходные данные и превращает их в реляционную логическую сеть.

На основе предложенных моделей и метода разработано приложение Vpoliklinike. Приложение работает по принципу числовой реляционной логической сети мозгоподобных структур на основе аппарата алгебры конечных предикатов. Программный продукт позволяет осуществлять задачу диагностики заболеваний опорно-двигательного аппарата, что позволило эффективно принимать решения и получать назначения: лекарства, дополнительные анализы, процедуры, режим, массаж, лечебная физкультура, диета, которые наиболее точно удовлетворяют состоянию и возможностям пациента.

Программный продукт Vpoliklinike позволяет врачам и врачам-интернам использовать систему для совершенствования профессиональных навыков, повышения квалификации медработника.

Теоретические результаты исследований внедрены в учебный процесс в рамках дисциплин «Теория интеллекта», «Бионика интеллекта» и «Логический анализ» для студентов специальности «Программная инженерия».

Ключевые слова: мозгоподобные структуры, морфологическая модель, аппарат алгебры конечных предикатов, расслоение предиката, реляционная логическая сеть.

ABSTRACT

Kamenieva I.V. The models of relational networks of brain-like structures and their application in artificial intelligence. – Manuscript.

The dissertation for candidate's degree in engineering science by specialty 05.13.23 – systems and methods of artificial intelligence. — Kharkiv National University of Radio Electronics, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2013.

Dissertation is devoted to the increasing of efficiency in information processing at artificial intelligence systems through the development of formal models of inflection of short adjectives and inflection of full adjectives of Russian language and to the further development method of separation of finite predicate of brain-like structures. Which are

modeled based on the algebra of finite predicates by the relational logic networks in artificial intelligence systems, focused on parallel processing of information and subsequent software implementation. Which leads to improvement of quality of the formalization of human intellectual activity.

Object of research – the process of formal description of human intellectual activity using the models of relational logic networks of brain-like structures.

Subject of research – The models of relational networks of brain-like structures and their application in artificial intelligence.

In this dissertation formal inflection model of short adjectives was first proposed. It is characterized by introducing a new subject variables that are described by systems of binary relations and set by formulas of corresponding predicates. The class of problems which are solved by a relational logical network was extended by proposed model.

First proposed and studied generalized model of Russian inflection of adjectives, which provides complete conjugation of non possessive adjectives, potential word forms of full non possessive adjectives that are presented by sound-form and makes the inflection of short form of adjectives in Russian. The model is given by formulas corresponding predicates and implemented in software AdjNet. Bundle method for finite predicate for automated model building sound declination form full potential not possessive Russian adjectives as a relational logical network was further developed.

Based on the proposed models and extended method the application Vpoliklinike was developed. It works on the principle of the relational logical network, which allows modeling the process of diagnostics of diseases of the musculoskeletal system and gives prescriptions most suitable to the patient.

Keywords: brain-like structures, the morphological model, the algebra of predicates, separation of finite predicate, relational logical network.

Відповідальний випусковий **Є. В. Бодянський**

Підп. до друку 04.04.13.
Умов. друк. арк. 0,9.
Зам. №

Формат 60x84 1/16.
Облік. вид. арк. 1,2.
Ціна договірна.

Спосіб друку – ризографія.
Тираж 100 прим.

ХНУРЕ, 61166, Харків, просп. Леніна, 14

Віддруковано в навчально-науковому
видавничо-поліграфічному центрі ХНУРЕ
61166, Харків, просп. Леніна, 14