НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ

На правах рукопису

Резниченко Олег Вячеславович

МОДЕЛІ, АЛГОРИТМИ І ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПОДАННЯ ЗНАНЬ І ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МАТРИЧНИХ НЕЧІТКИХ КВАНТІВ ЗНАНЬ (МНК-ЗНАНЬ).

05.13.02 - математичне моделювання в наукових дослідженнях

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Харків - 1995

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі інформатики і програмного забезпечення автоматизованих систем Харківського авіаційного інституту.

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Сіродха Ігор Борисович

Офіційні опоненти :

1. Доктор технічних наук, професор
Петроь Едуард Георгійович
2. Доктор фізико-математичних наук, професор
Шевченко Олександр Миколайович.

Провідна організація : Державне підприємство "Науково-виробниче об'єднання "ХАРТРОН" Міністерства машинобудування, військово - промислового комплексу та конверсії України.

Захист відбудеться "18" 10 1995 р. о 15^30 годині в ауд. XI поверху ІПМаш НАН України на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 02.18.02 в Інституті проблем машинобудування НАН України за адресою: 310046, м. Харків, вул. Дм. Пожарського, 2/10.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту проблем машинобудування НАН України за адресою: 310046 м. Харків, вул. Дм. Пожарського, 2/10.

Автореферат розісланий 05. 09 1995 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Веретельник Веретельник В. Б.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Виникнення нових досконалих засобів обчислювальної техніки та її використання в різноманітних галузях людської діяльності не тільки надає нові можливості, але й ставить нові завдання. Одне з них - "інтелектуалізація" ЕОМ, яка дозволяє їй з успіхом діяти в багатьох складних обставинах, де від людини вимагаються велика професійна майстерність та досвід, що здобуваються на протязі років. Зокрема, прийняття рішень в медичній діагностиці, фінансовій діяльності, промисловості та ін. з використанням ЕОМ дозволило б, з одного боку, багаторазово розповсюдити досвід експертів і, з іншого, значно збагатити його за допомогою більш оперативного і якісного аналізу емпіричної інформації. Тому актуальною є задача розробки математичних моделей подання нечітких знань і прийняття рішень, а також відповідних програмних засобів.

Суттєвий внесок у розв'язання проблем комп'ютерної автоматизації прийняття рішень зробили такі вчені як Е.Фейгенбаум, С.Осуга, М.Мінський, Д.Уотермен, Д.Ленат, Т.Вінцюк, І.Сіродза, М.Шлезінгер, Д.Закревський та ін. Як правило, на практиці використовуються продукційні, логічні та фреймові моделі подання знань, здобування яких реалізується безпосередньо через опитування експертів в конкретних проблемних областях. На відміну від традиційних методів дана дисертаційна робота присвячена розробці знаннєорієнтованого підходу до проблеми прийняття рішень, що відрізняється строгою формалізацією та явним маніпулюванням знаннями, а також алгоритмічних і програмних засобів на її основі. При цьому особлива увага приділяється можливості використання нечітких знань і нечіткого подання емпіричних

даних як під-час побудови бази знань, так і безпосередньо для прийняття рішень. Під нечіткістю розуміємо завдання значень деяких характеристик досліджуваного об'єкту з визначеним ступенем довіри тому, що надана характеристика має вказане значення.

Роботу було виконано автором в період 1990-1994 рр. на кафедрі інформатики і програмного забезпечення автоматизованих систем Харківського авіаційного інституту у відповідності до плану науково- дослідних робіт по д/б темі 6.2.4/79-92 "Створення інформаційної технології розробки математичного і програмного забезпечення розпізнавання образів і прийняття рішень в основаних на знаннях виробничих системах контролю і діагностики складних об'єктів " цільової комплексної програми 6.2.4 "Розпізнавання образів" Державного комітету України з питань науки і технологій на 1992-1994 рр.

Мета роботи - розробка знаннєорієнтованих моделей, алгоритмів і програм для автоматизації процесів прийняття рішень в різноманітних галузях людської діяльності, що відрізняються допустимою вартістю, здатні до реалізації на сучасних типах ПЕОМ і мають високий рівень штучної компетентності за рахунок можливості добування і маніпулювання знаннями.

Задачі дисертаційних досліджень:

1. Розробити теоретичні і алгоритмічні основи методу структурного об'єднання даних в знання на базі використання матричних нечітких квантів знань (МНК-знань), а також МНК-моделі для подання, здобуття та маніпулювання МНК-знаннями.

2. Сформулювати і довести головні ствердження, що обґрунтовують можливість використання запропонованих МНК-

моделей.

3. Розробити індуктивний принцип як основу для ствердження про об'єктивний характер МНК-знань, що синтезуються через використання МНК-моделей з емпіричних даних.

4. Виконати алгоритмізацію процесів стьорення бази знань і прийняття рішень на основі МНК-моделей.

5. Реалізувати системний синтез і розробку інтерактивного програмного комплексу системи прийняття рішень, доведеного до рівня дослідницького прототипу (ДП СПР).

6. Сформулювати і розв'язати з допомогою ДП СПР тестові і практичні задачі прийняття рішень з метою підтвердження виконаних розробок.

Для розв'язання розглянутих в дисертації задач використані методи математичної статистики, лінійної алгебри, теорії ймовірностей, теорії розпізнавання образів і методи інженерії знань. Програмна реалізація та обчислювальний експеримент виконувалися на ПЕОМ IBM PC/AT-286 в середовищі операційної оболонки Windows 3.1 мовою програмування C++ за допомогою IDE Borland C++ v.2.0.

Нові наукові результати, що виносяться на захист:

- обґрунтований метод побудови класу матричних нечітких квантів знань (МНК знань) як структур даних спеціального вигляду та МНК-моделей для подання знань і прийняття рішень, що відтворюють механізм породження образів знань у просторі різнотипових властивостей об'єктів з урахуванням якісної і кількісної інформації про емпіричні закономірності досліджуваної предметної області;

- операції в класі МНК-знань, що дозволяють строго

формалізувати створені на їх основі алгоритми маніпуляції знаннями і прийняття рішень та відрізняються можливостю використання нечітких знань;

- два критерії якості сінтезуємих МНК-знань, які забезпечують побудову образів знань з попередньо заданими характеристиками і гарантують адекватність рішень, що приймаються, об'єктивним закономірностям досліджуваної предметної області, а також індуктивний принцип синтезу знань на їх основі;

- обґрунтовані алгоритми знанняорієнтованого прийняття рішень з обмеженим і необмеженим здобуванням знань, загальна методика розв'язання базових задач класифікації і розпізнавання, що дозволяють реалізувати автоматизований пошук емпіричних закономірностей як нових знань на основі вибіркових даних;

- статистичні моделі залежності між обсягом навчаючої вибірки і якістю правил прийняття рішень у формі МНК-моделі, які надають можливість прогнозувати характеристики знань, що генеруються, на початкових етапах цього процесу;

- розробка програмних засобів у вигляді дійчого дослідницького прототипу системи прийняття рішень з використанням ПЕСИ та його впровадження;

- розв'язання реальних задач знанняорієнтованого прийняття рішень з допомогою МНК-моделей при:

а) проектуванні принципової схеми штамповки вибухом і маршрутної технології імпульсної обробки металів;

б) діагностиці ішемічної хвороби серця в умовах, що не дозволяють використовувати звичайні засоби діагностування.

<u>Вірогідність</u> результатів, одержаних у роботі, підтверджується застосуванням теоретично обґрунтованих

методів, задовільним погодженням результатів обчислювального моделювання з експериментальними даними, позитивним зіставленням з результатами, одержаними іншими засобами (зокрема, за допомогою використання знанняорієнтованих структурно-аналітичних моделей), а також експертною оцінкою рішень, що приймалися за допомогою розроблених програмних засобів.

Практична цінність роботи полягає у доведенні теоретичних результатів до конкретних інженерних методік та засобів, що забезпечують можливість їх використання в науково-дослідних, проектно-конструкторських і виробничих роботах для автоматизації процесів прийняття рішень. При цьому підвищується ефективність використання ЕОМ за рахунок скорочення термінів одержання результату та підвищення його якості у 1,5 - 2 рази.

Впровадження. Розроблені в дисертації моделі, алгоритми і програмні засоби впроваджені в 1994 р. на кафедрі кардіології Харківського інституту удосконалення лікарів Міністерства охорони здоров'я України, в проблемній лабораторії імпульсних джерел енергії Харківського авіаційного інституту (ХАІ) Міністерства освіти України і в учбовий процес ХАІ.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, в тому числі 7 статей та 2 тези доповідей.

Особиста участь автора в одержанні опублікованих наукових результатів:

- в роботі [1] дисертантом розроблено алгоритми і програмні засоби реалізації елементарних операцій маніпулювання знаннями;

- в роботі [2] дисертантом виконано розробку вхідного

та вихідного інтерфейсу в знаннєорієнтованій системі прийняття рішень;

- в роботі [3] дисертантом розроблено алгоритми індуктивного виводу нечітких знань;

- в роботі [4] дисертантом досліджено критерії якості знань, що індуктивно синтезуються з емпіричних даних.

- в роботі [8] дисертантом створено алгоритми індуктивного виводу знань.

Апробація роботи. Результати дисертаційних досліджень доповідалися та обговорювалися на науково-технічній конференції "Передача, обробка і відображення інформації" (Теберда- Харків,1992р.), Першій Всеукраїнській конференції "Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів" (Київ, 1992р.), Міжнародній науково-практичній конференції "Розвиток національних систем науково-технічної інформації стран СНД, Центральної та Східної Європи в нових суспільно-політичних і соціально-економічних умовах" (Київ, 1993р.), міжнародному симпозіумі "Ймовірнісні моделі та обробка випадкових сигналів і полів" (Тернопіль, 1993р.), Другій міжнародній конференції "Передові технології в машинобудуванні" (Рибаче, Крим, Україна, 1993р.), Третій міжнародній конференції "Передові технології в машинобудуванні" (Рибаче, Крим, Україна, 1994р.), Другій Всеукраїнській конференції "Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів" (Київ, 1994р.).

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох глав, висновку, бібліографії з 48 найменувань, 22 малюнків, 5 таблиць, 9 сторінок додатків, 170 сторінок машинописного тексту, усього 185 сторінок.

ЗМІСТ ПРАЦІ

У першому розділі висвітлений стан проблеми і поставлено задачі дисертаційних досліджень. Спочатку виділяється і описується клас об'єктів прийняття рішень як предмет дослідження засобами інженерії знань з метою створення комп'ютерної знаннєорієнтованої системи прийняття рішень (СПР). Далі визначено конструктивні умови можливості, виправданості та доцільності розробки СПР для виділеного класу об'єктів.

В результаті проведеного огляду і аналізу застосування експертних систем (ЕС) як перших представників СПР встановлено відсутність вітчизняних розробок ЕС, складність, висока вартість та недоцільність використання зарубіжних зразків ЕС для виробництва і у промисловості України. Звідси випливає актуальність проблеми розробки методів і засобів створення СПР простої архітектури, доступної вартості і з достатньо високим рівнем "інтелектуалізації" завдяки здатності системи до навчання знанням.

Грунтуючись на цьому, визначено мету роботи і сформульовано задачі дисертаційних досліджень, які зводяться до розробки моделей, алгоритмів і програмного комплексу для прийняття рішень на базі використання матричних нечітких квантів знань (МНК-знань).

Другий розділ присвячено розробці та дослідженню моделей подання знань і прийняття рішень на основі використання матричних нечітких квантів знань (МНК - знань). Знання розуміються як дані, що структуровані відповідним чином і мають попередньо визначені властивості (подібно до продукцій, фреймів та ін.), які несуть інформацію про об'єкт прийняття рішень і забезпечують можливість безпосереднього

маніпулювання нею є метою одержання нових знань. Множину первинних знань складають об'єкти прийняття рішень (ОПР) і сукупність різнотипових ознак ($A^{(j)}$), $j=1,\dots,M$ (опис), де кожна ознака має відповідну скінченну множину допустимих значень ($a_i^{(j)}$), $i=1,\dots,k_j$.

Процесом здобуття початкових локальних закономірностей є вимірювання значень ознак $A^{(j)}$ ОПР, тобто їх зіставлення з можливими значеннями із множини ($a_i^{(j)}$) з визначенням ступеня довіри (оцінки ймовірності) $BF_i^{(j)}$ того, що ознака $A^{(j)}$ має значення $a_i^{(j)}$, $i=1,\dots,k_j$, $j=1,\dots,M$. Результатом цього є множини доменів $X^{(j)} = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \dots, x_{k_j}^{(j)})$, $j=1,\dots,M$, $x_i^{(j)} = BF_i^{(j)}$. Необхідна умова побудови множини доменів - незалежність вимірювання ознак одна від одної, що забезпечує незалежність відповідних оцінок ймовірностей.

Оператором <u>конкатенації</u> CON назвемо алгоритмічну процедуру, що поєднує домени $X^{(j)}$, $j=1,2,\dots,M$, у доменизований вектор (d-вектор) $V = (X^{(1)}, X^{(2)}, \dots, X^{(M)})$, де для кожного домену $X^{(j)}$ виконується

$$\sum_{i=1}^{k_j} x_i^{(j)} = 1$$

Зрозуміло, що в дійсності кожна ознака має тільки одне з можливих значень, незалежно від того, скільки саме можливих було вказано із відповідними ступенями довіри. Оцінка ймовірності для кожного з можливих наборів значень всіх ознак може бути розрахована як добуток ступеней довіри для тих значень, що входять до відповідного набору (завдяки їх незалежності).

За допомогою алгоритмічного оператора <u>породження</u> GEN d-вектор V перетворюється у сукупність елементарних

квантів,- так звану Матрицю Альтернативних Подій (Choice Event), або СЕ-матрицю,- кожен з яких є структурою виду

$\langle H, CF \rangle$,

де H - набор значень $(h_1, h_2, \ldots, h_M)$;

CF - коефіцієнт впевненості.

Будемо вважати, що d-вектор V <u>породжує</u> СЕ-матрицю СЕМ, якщо виконується :

$$CF^{(i)} = \prod_{j=1}^{M} x^{(j)}_{h_j^{(i)}} \quad \forall\ i=1,2,\ldots,K . \quad K = \prod_{j=1}^{M} k_j,$$

де $h_j^{(i)} \in H^{(j)} = (h_1^{(i)}, h_2^{(i)}, \ldots, h_M^{(i)})$;

$x^{(j)}_{h_j^{(i)}} \in X^{(j)} = (x_1^{(j)}, x_2^{(j)}, \ldots, x_M^{(j)}) \in V$.

<u>Матричним нечітким квантом знань</u> (МНК-знаннями) назвемо СЕ-матрицю, що утворена з ОПР Q досліджуваної предметної області W через вимірювання значень його ознак і використання операторів CON і GEN.

МНК-модель подання знань - це трійка

$\langle СЕМ, (A^{(j)}), Op \rangle$,

де СЕМ - МНК-знання у вигляді СЕ-матриці;

$(A^{(j)})$ - опис ОПР,

Op - множина операцій над СЕМ.

Простором Можливих Подій Ω^+ назвемо позитивний конус (квадрант) К-мірного евклідового простору, кожній осі якого відповідає один з можливих наборів значень ($K = k_1 * k_2 * \ldots * k_M$). Таким чином, СЕ-матриця може бути подана як елемент (вектор) простору Ω^+. Скалярний добуток в Ω^+ визначений як сума добутків відповідних складових для векторів, а норма, на відміну від традиційної, - як скалярний добуток з одиничним вектором.

Елементарні операції, такі, як складання та множення на скаляр, в Ω^* подібні до звичайних в довільному евклідовому просторі (за винятком того, що скалярна величина повинна бути більше нуля). Операція слідування визначена як проекція вектора (СЕ матриці) на підпростор в Ω^* і реалізується за допомогою алгоритмічного оператора project. Нарешті, остання з елементарних операцій, - редукування, що реалізується алгоритмічним оператором reduce, - виконує перетворення вектора СЕМ і простору Ω^* до простору іншої (меншої) розмірності.

Алгоритм індуктивного виводу знань, що реалізується алгоритмічним оператором IND, базується на послідовному використанні до множини локальних закономірностей операції складання (алгоритму add). Одержані таким чином коефіцієнти впевненості - це скінченні змішані початкові моменти, які можуть бути використані для оцінки "міцності зв'язку" між різними значеннями ознак ОПР.

Для визначення об'єктивного характеру узагальнюючих закономірностей, що одержані за допомогою алгоритму IND, досліджені показники якості СЕ-матриці - рівень репрезентативності RL , або ступінь "охвату" можливих різноманітних фактів, та надійність (стабільність) SF, що характеризує стійкість СЕ-матриці до змін під час індуктивного поповнення знань.

Ймовірність P_r того, що СЕ-матриця міцності (розміром) N має не менш ніж n елементарних правил з q_j можливих для кожного з k_j класів, тобто досягнутий деякий рівень репрезентативності $RL = \frac{n}{q_j}$, може бути розрахована як

$$P_r = \frac{\sum_{s_1=n}^{D_1} \binom{q_j}{s_1} * \sum_{s_1=n}^{D_2} \binom{q_j}{s_2} * \ldots * \sum_{s_{k_j-1}=n}^{D_{k_j-1}} \binom{q_j}{s_{k_j-1}} * \binom{q_j}{D_{k_j}}}{\binom{K}{N}},$$

де $D_i = N - \left[(k_j - i) * n + \sum_{i=1}^{i-1} S_i \right]$,

$q_j = \frac{K}{k_j}$.

Математичне очікування p відносної зміни коефіцієнтів впевненості при поданні нового факту розраховується як

$$p = \frac{N - 1}{\Sigma + 1},$$

де N - міцність СЕ-матриці;

Σ - сума її коефіцієнтів довіри.

Коефіцієнт стабільності - це величина, зворотня до p :

$$SF(CEM) = \frac{1}{p} = \frac{\Sigma + 1}{N - 1}$$

Грунтуючись на цьому запропоновані критерії репрезентативності та надійності RC і SC як двозначні предикати, що дозволяють оцінювати якість індуктивно побудованих МНК-знань та їх відповідність до попередньо висунутих вимог.

Виходячи із властивостей простору Ω^* дедуктивний вивід знань зводиться до виконання згортки умовних ймовірностей для кожного з можливих наборів значень розшукуваних ознак, тобто

$$BD^{(j)} = \sum_{i=1}^{R} BD_i^{(j)} * BF^{(i)}, \quad j=1,2,\ldots,T,$$

де $T = K / R$ - кількість можливих наборів значень пошукуваних ознак;

R - кількість можливих наборів значень початкових ознак;

$BD_i^{(j)}$ - оцінка умовної ймовірності того, що поруч з початковим i-м набором значень спостерігається j-й набор значень для розшукуваних ознак;

$BF^{(i)}$ - оцінка ймовірності спостерігання i-го набору значень початкових ознак.

Таким чином, процес дедуктивного виводу знань в просторі Ω^* може бути виконаний через використання лінійного оператору прийняття рішень

$Y = D X$,

де X - вектор початкових станів;

Y - вектор шуканих станів;

D - лінійний оператор

Алгоритмічний оператор індуктивного виводу DED реалізований як одержання редукованих наслідків СЕ-матриць СЕМ та $СЕМ_X$, що діють в даному випадку відповідно як загальні і часткові закономірності.

<u>У третьому розділі</u> виконано алгоритмізацію процесів знанняорієнтованого прийняття рішень на основі застосування МНК - моделі.

Розглянуто загальні характеристики задачі прийняття рішень, надано опис базових задач S1 (екстраполяції) та S2 (класифікації). Визначені функціональні A задача (індуктивного синтезу знань) та I- задача (прийняття рішень) як головні етапи розв'язання базових задач.

Для врахування можливої похибки початкових (навчальних) даних запропоновано використання крефіцієнта надійності RF, що визначається як дискретна монотонно зменшувана функція від міцності СЕ-матриці СЕМ, що генерується (pw(CEM)).

Грунтуючись на застосуванні алгоритмічного оператора IND розроблена група алгоритмів, що призначені для розв'язання А - задачі. Це алгоритми CREATE (індуктивний синтез знань з обмеженим добуттям інформації) та CREATE2 (з необмеженим), алгоритм FILL (поповнення вже існуючої Бази Знань) і алгоритм COPRECT (корекції Бази Знань експертом). Результатом роботи вищезгаданих алгоритмів є правила прийняття рішень у вигляді МНК-знань, а формально - База Знань у формі СЕ-матриці.

Для забезпечення більш гнучкого використання МНК-знань, що утворюються, розроблений алгоритм INTERPRET, який перетворює МНК-знання в більш традиційну і широковживану продукційну форму подання знань (за зразок взятий вигляд, прийнятий у системі MYCIN).

З метою розв'язання І - задачі, грунтуючись на використанні алгоритмічного оператора дедуктивного виводу DED, створені алгоритми прийняття рішень, що реалізують прямий і зворотний напрямки виводу алгоритми FORWARD і BACKWARD відповідно.

Таким чином, згадані вище алгоритми забезпечують розв'язання базових задач S1 та S2 прийняття рішень за допомогою МНК-моделі подання знань

Четвертий розділ присвячено практичному застосуванню МНК- моделей та розробці дослідницького прототипу системи прийняття рішень.

Поставлені задачі практичного застосування МНК-моделей для ідентифікації складних об'єктів і розробки дослідницького прототипу системи прийняття рішень (ДП СПР), а також експериментальному дослідженню залежностей між обсягом навчаючої вибірки та якістю МНК-знань, що

утворюються на її основі.

Для розв'язання зазначених задач автором розглянуто головні технічні вимоги до ДП СПР, що розробляється, обгрунтовано вибір програмних засобів для їх реалізації та створено дійчий програмний комплекс на базі використання ПЕОМ типу IBM PC/AT. Надано його функціональну схему, архітектуру та опис режимів функціонування.

При проведенні обчислювального експерименту було досліджено характер зміни показників якості МНК-знань, що індуктивно синтезуються, при різному обсязі навчаючої вибірки і в результаті зроблено такі важливі висновки:

- при фіксуванні репрезентативності RL рівень надійності SF зростає при зростанні обсягу N навчаючої вибірки;

- за певних умов, тобто при певному характері зміни показників якості під час індуктивного синтезу МНК-знань, існує можливість скоротити термін цього процесу без великого ризику втрати їх наприкінцевої якості.

Одержані чисельні залежності для оцінки очікуваних значень репрезентативності та надійності МНК-знань, що утворюються, через їх початкові значення.

Так, математичне очікування для міцности (обсягу) СЕ-матриці з попередньо заданою надійністю, що генерується з навчаючої вибірки, розраховується як

$$\hat{K}_a = \sum_{i=1}^{n} i * P_a(i) ,$$

де n - кількість можливих елементарних правил;

$P_a(i)$ - ймовірність того, що побудована СЕ-матриця має міцність i .

Зіставлення очікуваного значення міцності з тим, що

виникає під час індуктивного синтезу МНК-знань дозволяє робити висновки про якість навчальної вибірки і, відповідно до цього, припинити чи продовжити процес її аналізу.

Розроблені інженерні методики знанняорієнтованого прийняття рішень при проектуванні принципової схеми штамповки вибухом, маршрутної технології імпульсної обробки металів і діагностиці ішемічної хвороби серця по аналізам крові в умовах, що не дозволяють використовувати звичайні засоби діагностування.

ВИСНОВКИ

1. Як предмет дослідження автор виділив і описав множину об'єктів прийняття рішень, що досліджується засобами інженерії знань і розпізнавання образів. Визначено конструктивні умови виправданості, доцільності і можливості розробки моделей на основі матричних нечітких квантів знань (МНК-моделей), алгоритмів і програм для прийняття рішень.

2. Розроблено оператори породження образів знань на основі вибіркових емпіричних даних про предметну область. Грунтуючись на них, визначено клас матричних нечітких квантів знань (МНК- знань) як структур даних спеціального вигляду, що відображають досліджувані закономірності через зв'язки між різними значеннями характеристик об'єкту прийняття рішень.

3. Досліджено властивості і основні операції в класі МНК- знань, на їх основі запропоновано МНК-модель подання знань і прийняття рішень, яка відрізняється можливостю використання нечітких оцінок для значень початкових даних на усіх етапах її використання. Для формалізації процесів маніпулювання знаннями визначені алгоритмічні оператори

індуктивного і дедуктивного синтезу знань, що забезпечують можливість синтезу нових знань незалежно від їх семантичного змісту.

4. Сформульовано і обгрунтовано критерії якості МНК-моделі, що дозволяють робити висновок про її об'єктивний характер, розроблено методи их чисельної оцінки. Введений індуктивний принцип МНК-методу як основа для побудови узагальнюючих знань про предметну область (бази знань) через використання оператора індуктивного виводу.

5. Для створення системи прийняття рішень, яка діє на основі використання МНК-моделі, описані базові задачі S1 (екстраполяції) і S2 (класифікації). Виділені головні функціональні А-задача (навчання) та І-задача (прийняття рішень) як етапи розв'язання базових задач.

6. В результаті дослідження залежності між обсягом навчаючої вибірки і показниками якості МНК-знань за допомогою статистичного моделювання експериментально встановлено, що при фіксованій репрезентативності МНК-знань їх надійність зростає з ростом навчаючої вибірки. Показано можливість оцінки кінцевих характеристик сінтезуємих МНК-знань на початкових етапах індуктивного виводу, що дозволяє скоротити терміни прийняття рішень в 1.5 - 2 рази.

7. На основі використання МНК-моделі розроблено алгоритми синтезу Бази Знань з обмеженим і необмеженим здобуттям знань, коректування і прийняття рішень з реалізацією прямого і зворотнього напрямків виводу. Показано взаємозв'язок матричного нечіткого кванту знань і продукційної моделі, побудовано алгоритм перетворення МНК-знань в групу продукційних правил.

8. На базі запропонованих МНК-моделей і алгоритмів

знанняорієнтованого прийняття рішень створено дійчий програмний комплекс, за допомогою якого розв'язано реальні задачі:

- проектування принципової схеми штамповки вибухом і маршрутної технології імпульсної обробки металів;

- діагностики ішемічної хвороби серця за аналізами крові на початкових стадіях і в умовах, що не дозволяють використовувати звичайні засоби діагностування.

Результати дисертації і програмний комплекс впроваджені і знаходять практичне застосування в науково-виробничих установах та в учбовому процесі ХАІ.

ПРАЦІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Сиродка И.Б., Лелица В.А., Нечитайло В.А., Прудников Г.В., Николаенко И.Н., Резниченко О.В. Концепция МАКЗ-метода для синтеза знаниеориентированных систем принятия решений //Научно-техн. конф. "Передача, обработка и отображение информации", март 1992 г. - Теберда-Харьков, 1992. - с.102-104.

2. Лелиця В.А., Нечитайло В.А., Ніколаєнко І.М., Прудников Г.В., Резниченко О.В., Сиродка І.Б. Інтелектуальна система прийняття рішень на основі використання розпізнавання образів, орієнтованого на знання // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів: Праці / Перша Всеукраїнська конференція. Україна, Київ, 17-21 листопада 1992 р. - Київ, 1992. - с.23-24.

3. Сиродка И.Б., Лелица В.А. Прудников Г.Р., Резниченко О.В., Нечитайло В.А., Николаенко И.Н. Использование вероятностных оценок для вывода нечетких знаний на базе МАКЗ-метода // Інформаційні технології та

розпізнавання образів : збірка наукових праць міжнародного симпозіуму "Ймовірнісні моделі та обробка випадкових сигналів і полів", том III, частина 1. - Львів - Харків - Тернопіль, 1993. - с.36-38.

4. Сиродка И.Б., Лелица В.А., Прудников Г.В., Нечитайло В.А., Николаенко И.Н., Резниченко О.В. Принцип построения самообучающихся знаниеориентированных систем на базе МАКЗ-метода // Proceedings : Second International Conference "New Leading-Eadge Technologies in Machine Building", Rybachie, Ukraine, Sept. 18-22, 1993. - Kharkov - Rybachie, 1993. - с.125- 127.

5. Резниченко О.В. Построение минимизированной базы нечетких знаний и ее использование в самообучающейся системе принятия решений // Proceedings : Second International Conference "New Leading-Eadge Technologies in Machine Building", Rybachie, Ukraine, Sept. 18-22, 1993. - Kharkov - Rybachie, 1993. - с.222- 224.

6. Резниченко О.В. Критерии качества базы знаний как основа индуктивного принципа в самообучающейся системе принятия решений // Proceedings : Third International Conference "New Leading-Eadge Technologies in Machine Building", Rybachie, Ukraine, Sept. 20-23, 1993. - Kharkov - Rybachie, 1994. - с.145

7. Резниченко О. Нечіткі моделі маніпулювання знаннями та їх використання для автоматичного прийняття рішень в умовах неповної інформації // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів : Праці / Друга Всеукраїнська міжнародна конференція, Україна, Київ, 20-24 грудня 1994 р. - Київ, 1994. - с.297-298.

8. Сиродка И.Б., Волков С.Г., Прудников Г.В., Нечитайло

В.А., Лелица В.А., Резниченко О.В., Николаенко М.Н. Использование МАКЗ-метода для создания интеллектуальной компьютерной системы принятия производственных решений // Межд. научно-практ. конф. "Развитие национальных систем научно-технической информации стран СНГ, Центральной и Восточной Европы в новых общественно-политических и социально - экономических условиях" : Тез. докл. и сообщений, 19-20 мая 1993 г., Киев, Украина, часть 2. - Киев, 1993. - с.60-61.

9. Резниченко О.В. Расширение метода алгоритмических многоуровневых квантов знаний для обработки нечетких знаний // Межд. научно-практ. конф. "Развитие национальных систем научно-технической информации стран СНГ, Центральной и Восточной Европы в новых общественно-политических и социально-экономических условиях" : Тез. докл. и сообщений, 19-20 мая 1993 г., Киев, Украина, часть 2. - Киев, 1993. - с.68-70.

S U M M A R Y

Reznichenko O.V. The Knowledge Representation and Decisionmaking Models, Algorithms and Software on the Base of Fuzzy Matrix Knowledge Quanta (FMQ-knowledge) Usage.

The thesisis is a manuscript for a Technical Science Candidate's degree , speciality 05.13.02 - mathematical modelling in science research , Institute for Problems in Machinery of the Ukrainian National Academy of Science, Kharkov, 1995.

A new model of fuzzy knowledge representation is proposed. The main idea is the strong formalization of the all possible operations on the base of the Fuzzy Matrix

Knowledge Quantum (FMQ-Knowledge) definition as a special kind of data structure. Quality characteristics allow us to create the knowledge with previously desired features. Knowledge manipulation algorithms designed on the base of FMQ-model perform the new knowledge building from the empiric data and decisionmaking tasks soluting by forward and backward inference chain.

А Н Н О Т А Ц И Я

Резниченко О.В. Модели, алгоритмы и программные средства представления знаний и принятия решений на основе использования матричных нечетких квантов знаний (МНК-знаний).

Диссертация является рукописью, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.02 - математическое моделирование в научных исследованиях , Институт проблем машиностроения, Национальная академия наук Украины, Харьков, 1995.

Предлагается новая модель представления знаний. Основной идеей является строгая формализация всех допустимых над ними операций на основе определения Матричного Нечеткого Кванта Знаний (МНК-знаний) как структуры данных специального вида. Качественные характеристики позволяют создавать знания с заранее заданными свойствами. Алгоритмы манипуляции знаниями, созданные на базе МНК-модели, выполняют построение знаний из эмпирических данных и решение задач распознавания с реализацией прямой и обратной цепочек вывода.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: розпізнавання образів, подання нечітких знань, індуктивний і дедуктивний вивід знань.

Відповідальний за випуск: к. ф.-м. н., доц. Корнієнко О. Г.
Підписано до друку: 10.07.95. Формат 60х90 1/16
Ум. друк. арк. 1.00 Папір друк. № 1
Обл.-вид. арк. 0.96. Тираж 100 пр.
Зам. № 56

Харківський авіаційний інститут
310070, Харків-70, вул. Чкалова, 17
Ротапринт друкарні ХАІ
310070, Харків-70, вул. Чкалова, 17