

I. СЕРГІЄНКО, I. ПАРАСЮК

НЕЧІТКІ ІНФОРМАЦІЙНО-ДІАГНОСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ

Інформаційні технології — один з найважливіших рушіїв еволюції суспільства. У ролі засобів виробництва тут виступають різні засоби зв'язку, комп'ютерна техніка й відповідне програмне забезпечення. А основною сировиною і виробом є інформація.

Особливе місце посідають так звані інтелектуальні інформаційні технології, які поряд з рутинними операціями одержання, накопичення (складування), пошуку та керування інформаційними потоками підтримують найбільш наукоємні процеси — власне «вироблення» інформаційної продукції. Йдеться, образно кажучи, про комп'ютеризацію інтелекту спеціалістів з різних галузей знань. Серед багатьох застосувань цих технологій — комп'ютеризація інтелектуальних методів діагностування на базі накопичених знань експертів і поточних відомостей про стан людини або технічної системи. Таке діагностування є основою для остаточного вибору способів усунення неполадок у системі. Значну роль при цьому відіграють засоби так званої нечіткої математики. Аналіз їхніх можливостей — важлива складова створення новітніх інтелектуальних інформаційних технологій.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТИКИ

Розробка методів і стратегій діагностування набуває в наш час дедалі більшого значення. Що ж таке інформаційно-діагностична технологія? Структурно вона містить ряд підсистем: мовний процесор (інтерфейсну підсистему), інформаційно-довідкову, інформаційно-діагностичну (машину виведення висновків), інформаційно-аналітичну підсистему та власне інформаційну базу — базу даних і знань.

Інтерфейсна підсистема забезпечує тематично орієнтоване спілкування із системою її користувачів, які можуть належати до однієї з двох основних груп: власне користувачів (пацієнтів) та хазяїна (власника) системи, котрий може виступати як у ролі експерта (джерела знань), так і в ролі адміністратора інформаційних ресурсів.

Така класифікація продиктована принципово різними цілями, які ставлять користувачі, що належать до цих груп: користувачі-пацієнти одержують знання (висновки, рішення) з інформаційних ресурсів системи. Тим часом користувачі-власники забезпечують систему такими ресурсами, піклуючись про їхню повноту, узгодженість та актуальність. Усе це реалізується у конкретних системних функціях, які активізуються залежно від мети, що її ставить користувач у даний момент. Проте принципи та інструментарій, з допомогою яких будується і функціонує ця підсистема, — єдині.

Зокрема, на забезпечення зручності, відчуття «дружності» спрямований принцип інтелектуалізації. Достатня інформованість системи щодо тематики предметної галузі разом з «дружніми» інтерфейсними засобами, які тонко враховують людський чинник, підвищує рівень інтелектуальності системи. При проектуванні інтерфейсів широко використовуються також такі принципи і концепції, як «робочий стіл», об'єктна

орієнтація, підказки для вибору рішень із множини альтернативних, багатовіконність, оборотність дій користувача, підтвердження руйнуючих дій тощо. Зростанню рівня інтелектуалізації інтерфейсу користувачів у таких інформаційних технологіях сприяє також відмова від режиму команд і орієнтація на структуру «головне меню» — «підменю», доповнення і/або заміна текстових повідомлень кольоровими піктограмами, озвучення найважливіших станів функціонуючої системи тощо. Досягнення органічної цілісності в організації та уніфікації інтерфейсів підсистем керування й аналізу інформаційних ресурсів та інших підсистем базується на єдиних концепціях, методах і механізмах¹.

Інформаційно-довідкова підсистема задовольняє запити користувачів інформаційно-довідкового характеру. Ці запити можуть стосуватися різноманітних аспектів наявних інформаційних ресурсів системи, окремих суб'єктів — користувачів, тих задач, які вдалося розв'язати з допомогою системи.

Інформаційно-діагностична підсистема як центральна ланка діагностичної технології забезпечує комп'ютеризацію основних, у тому числі найбільш складних та наукоємних процесів. Можна без перебільшення сказати, що це ядро експертної системи. В його основі лежить інваріантний відносно предметної галузі (точніше, її інформаційної моделі) «механізм виведення», завдання якого — враховувати накопичені знання про дану предметну галузь та її плінний стан (симптоми про неполадки у системі) і синтезувати так звані домінуючі гіпотези, які можуть бути підставою для вибору рішень відповідальною особою.

Саме ця підсистема експертної системи включає в себе інформаційний блок — інтегровану базу знань і кілька системних блоків (механізмів): механізм логічного виведення (реалізує методи виведення і керує процесом діагностики); механізм пояснень (дає змогу клієнту з'ясувати не тільки діагноз, а й сам ланцюжок логічних міркувань, згідно з яким отримано власне діагноз, що, зокрема, переконує у коректності результатів); механізм керування базою знань (підтримує дії користувача-експерта при формуванні бази знань і в разі необхідності поповнює і модифікує її); механізм реалізації інтерфейсів взаємодії користувачів із системою.

Інформаційно-аналітична підсистема дає змогу аналізувати тенденції, які можуть призвести до збою системи у даному середовищі, а також перевіряти точність прогнозів та якість рекомендованих засобів для приведення системи до норми. Зокрема, ця підсистема допомагає отримати обґрунтовані висновки про нововведення² різного характеру тощо.

Інформаційна база містить інформацію нижчого порядку (базу даних) та інформацію вищого порядку (базу знань). Концептуально ці компоненти виділені в окремі, не залежні від програм інформаційні блоки, що робить їх гнучкими та живучими і значно підвищує технологічність системи.

Модель взаємодії компонентів усієї технології прозора і надійна: активізацію функції відповідної підсистеми здійснює користувач засобами інтерфейсної підсистеми. Всі програмні підсистеми взаємодіють через спільну інформаційну базу.

Описана функціональна структура експертно-діагностичної інформаційної технології може розглядатись як типовий кістяк таких технологій. У різних конфігураціях і варіантах він використаний у багатьох проектах діагностичних експертних систем, що функціонують у так званому чіткому інформаційному просторі, тобто коли оцінки й

характеристики тих або інших подій, явищ, параметрів описуються однозначно чи то у кількісному, чи у якісному вимірі.

Однак строго дотримуватися таких вимог на практиці часто неможливо — як через об'єктивні, так і через суб'єктивні обставини: реальний світ переносить наше бачення речей у так зване нечітке інформаційне середовище. Наприклад, оцінити з допомогою одного числа симптоми «досить висока температура тіла» чи «трохи болить голова» однозначно не можна. Напрошується сама собою ідея використати засоби, які дали б змогу оперувати розмитими (нечіткими) поняттями без зайвих їх трансформацій у чіткі числа. Засади такої нечіткої математики закладені професором Каліфорнійського університету Л. Заде, який вперше ввів поняття нечіткої множини³. Сьогодні можна впевнено стверджувати, що інтелект, закладений у сучасних інформаційних технологіях, значною мірою базується на теорії *нечіткої математики* і результатах її численних застосувань, здебільшого для створення так званих нечітких програмних систем. Однак переорієнтація компонент інтелектуальних систем на нечіткематематичне забезпечення є складною проблемою як з теоретичного, так і з технологічного погляду. У першому випадку основна увага приділяється нечітким методам виведення, у другому — структурам нечітких баз даних і знань, методам керування і нечітким інтерфейсним засобам.

Проблематика нечітких експертних систем нині інтенсивно досліджується спеціалістами з усього світу. Простий огляд в Інтернеті наукових праць у галузі інформаційних технологій дає змогу зробити висновок: майже половина з них стосується класу нечітких систем, зокрема значна їх частина присвячена проблемам створення діагностичних технологій.

Спробуємо ж конструктивно охарактеризувати деякі нові результати розв'язання комплексу проблем, які виникають під час розробки окремих класів *нечітких експертно-діагностичних технологій*. Ці результати отримані як самими авторами, так і їхніми учнями. Інші підходи до комп'ютерної діагностики та результати, одержані ученими наукових закладів України, систематизовані і висвітлені вже раніше⁴.

У даному ж разі в центрі нашої уваги — принципові аспекти двох відомих напрямів у створенні нечітких інформаційно-діагностичних технологій — *асоціативного* та *каузального* (причинного), в основу яких покладені відповідно нові *логіко-оптимізаційні* та *логіко-статистичні* методи одержання висновків.

АСОЦІАТИВНИЙ ПІДХІД

Розглянемо проблему комп'ютерної діагностики у комплементарному плані. Інакше кажучи, не ставитимемо мету назвати діагноз, тобто визначити характер несправності досліджуваної системи, дотримуючись усталеної номенклатури назв. (Надалі для однозначності під досліджуваною системою розумітимемо організм людини.) Натомість поставимо завдання відшукати (точніше, логічно вивести) на основі бази знань ті лікувальні засоби (препарати), використання яких має нормалізувати стан пацієнта. Основна інформація при цьому — найбільш виражені симптоми хвороби, їх оцінка пацієнтом та асоціативні відношення між симптомами і лікувальними засобами.

Отже, задано два класи об'єктів предметної галузі — симптоми хвороби і лікарські препарати, між якими встановлені прямі та обернені асоціативні відношення. Сукупність таких відношень для всіх конкретних об'єктів (екземплярів) утворює базу знань. Важливо, що об'єкти-симптоми характеризуються параметрами, які потрібно оцінити оперативно під час діагностування. Саме останні через не строго регламентовані методи добування

знань можуть стати основним джерелом невизначеності і спричинити перехід до нечіткого інформаційного середовища.

Якщо у систему надходить деякий набір симптомів, що характеризують стан здоров'я людини, то потрібно, по-перше, відшукати весь спектр наявних симптомів та можливих препаратів лікування, а по-друге, виявити домінуючі симптоми і знайти оптимальний (у певному розумінні) набір лікарських препаратів. Зрозуміло, що ця задача є нетривіальною, якщо кількість екземплярів об'єктів предметної галузі не мала. Для розв'язання цих задач розроблені так звані *логіко-оптимізаційні методи виведення*. Логічними методами (наприклад методом резолюцій) здійснюється виведення спектра наявних симптомів і можливих препаратів для їх лікування, а оптимізаційними — пошук оптимального набору препаратів. Останні задачі, як правило, потребують багатопараметричного вибору оптимальних рішень серед множини альтернатив. Часто їх вдається представити як багатокритеріальні задачі дискретної оптимізації — задачі на покриття, методи розв'язання яких добре вивчені. Серед них, наприклад, метод вектора спаду⁵.

Однак ці задачі значно ускладнюються, якщо одна чи кілька величин, які необхідно визначити, мають *розмиту природу*, тобто є величинами нечіткими. Тоді набувають нового сенсу самі моделі задач, для вивчення яких потрібні додаткові всебічні дослідження, а також нові способи їх розв'язання тощо. Існують принаймні два шляхи переходу до нечіткостей: один — пов'язаний з використанням базового поняття *розмитих чисел*, інший — з *лінгвістичними змінними*.

Розмиті числа тлумачать як підмножину числової осі, яка має функціональність з областю значень у певному інтервалі. Для застосування нечітких чисел важливу роль відіграють операції над ними, серед яких визначальними є розширена бінарна арифметична *операція множення* нечітких чисел, визначених функціями належності, арифметична *операція розширеного підсумовування*, а також *розширена операція взяття мінімуму*. При побудові функцій належності розмитих величин важливим також є поняття нечіткого інтервалу, що описується S-подібними (дзвоноподібними) функціями, і, як частковий випадок, поняття нечіткого числа⁶.

Щоб сформулювати розмиту постановку оптимізаційної задачі, потрібно, очевидно, побудувати функцію належності самого функціоналу, що само по собі є не простою задачею. У багатьох випадках необхідно будувати функції належності не тільки складових виразів функціоналу як деяку суму нечітких чисел, а й функцію належності всього функціоналу. Часто цього вдається досягти застосуванням нечітких операцій розширеного підсумовування та нечітких операцій розширеного мінімуму і максимуму.

Випадок *лінгвістичних змінних* передбачає, що невідомі величини функціоналу задані як нечітка інформація в лінгвістичному вигляді, точніше, експертні оцінки величин задані у вигляді лінгвістичних термів вищого порядку, які рекурентно визначаються через терми нижчого порядку та можуть бути побудовані на основі вербально-графічних оцінок експертів. У цьому плані можна, зокрема, скористатися методом семантичних диференціалів Осгуда для визначення границь інтервалів, у яких змінюються нечіткі величини.

Здійснити числову ідентифікацію лінгвістичних термів можна і модифікованим методом. Так, якщо маємо «словник» лінгвістичних термів першого порядку, яким приписані конкретні числові величини, що належать до відповідної дійсної числової осі, то всі інші терми вищого порядку, котрі описують властивості, експерт ідентифікує деякою точкою на цій осі.

Зрозуміло, що такий спосіб набагато простіший, ніж побудова лінгвістичних термів вищих порядків з наступною числовою їхньою ідентифікацією. Припускаючи, що оцінки, які відповідають лінгвістичним термам, нормовані, кожне з нечітких чисел можна визначити деякою сукупністю дискретних значень шуканої функції належності. Одержати аналітичний вираз цієї функції можна шляхом апроксимації (одним з відомих способів: графічно за допомогою лекал, сплайн-функціями, поліномами Чебишева та ін.). Для дефазифікації (переходу від лінгвістичних змінних до нечітких числових змінних) лінгвістичних змінних часто можна скористатися методом діаграм, а саме: на діаграмі у вигляді прямої лінії від початку координат у певному напрямку (наприклад, у бік зростання) експерт вказує точки, що задають зростаючу послідовність множини значень деякої змінної, і взаємне співвідношення їхньої значущості. Впорядкувавши елементи заданої множини, зіставляємо їх із діаграмою, звідки отримуємо для них числові змінні.

Що ж до функцій належності відомих нечітких величин, то вони, зазвичай, задаються а ргіорі. А розв'язок усієї задачі знаходимо як мінімум розмитих чисел, що визначаються одержаними відповідними функціями належності.

Прототипом, який відіграв основоположну роль у становленні асоціативних *інформаційно-діагностичних систем*, є створена в Інституті кібернетики НАНУ система ГОМЕОПАТ.

Її предметною сферою стала нетрадиційна галузь медицини — гомеопатія, між базовими поняттями якої (симптомами і препаратами) існують відомі асоціативні відношення. Для діагностики застосовуються логіко-оптимізаційні методи виведення з використанням евристичних прийомів звуження сфери пошуку⁷. Основні потоки даних і знань, які циркулюють у системі ГОМЕОПАТ, дають змогу інформаційно пов'язати між собою симптоми, препарати і пацієнтів (за бажанням). Інформація стосовно конкретного симптому включає опис відхилення від нормального стану організму. Очевидно, що кожен симптом відносять до тих систем організму, де він потенційно може себе проявити. А як елемент даних він може бути співвіднесений з відповідним ключовим словом, яке лаконічно описує симптом.

Інформація, пов'язана з конкретним препаратом, характеризує його як лікувальний гомеопатичний засіб. Кожному такому засобу відповідає індивідуальна назва, спосіб приготування, характерні ознаки та список симптомів, за наявності яких препарат може застосовуватися.

Діюча версія системи ГОМЕОПАТ функціонує на лабораторній базі знань, яка включає великий обсяг інформації про гомеопатичні засоби лікування судин, серця і лімфатичної системи, органів зору та слуху, органів травлення, шкіри, голови, рук і ніг (близько 600 препаратів та 7000 різних симптомів).

Усі головні процеси підсистем (діагностування, процеси інформаційно-пошукового та інформаційно-довідкового характеру, ведення баз даних та знань) запускаються безпосередньо з головного меню.

КАУЗАЛЬНИЙ ПІДХІД

Перед комп'ютерною діагностикою ставиться традиційне завдання — охарактеризувати (оцінити) стан організму людини чи технічної системи, виходячи з виявлених симптомів про «неполадки» та можливі впливи на них. Як і в попередньому випадку, під досліджувану системою розуміємо стан організму людини.

Отже, розглядається неформалізована предметна галузь, де всі об'єкти та їх показники мають стохастичну природу. Тобто кожен об'єкт як подія певною мірою невизначений (випадковий). Саме тому з об'єктами (гіпотезами) і характеристиками (симптомами) пов'язуються ймовірнісні характеристики. Очевидно, що на практиці у ролі ймовірнісних оцінок виступають їх експертні статистичні оцінки, а це, у свою чергу, виводить нас на одне з основних джерел невизначеності інформації.

Формально суть діагностичної задачі полягає в обчисленні *апостеріорних* оцінок вірогідності гіпотез про стан організму і в проведенні на цій основі їх *класифікації* та *діагностування*. Тобто йдеться про формулювання найімовірніших у даній ситуації гіпотез, які відображають стан здоров'я пацієнта. Як вхідні дані використовуються *апріорні* знання про оцінки достовірності гіпотез, взаємозв'язки між гіпотезами і свідченнями, їх значущість, а також *оперативні оцінки* істинності одержаних свідчень. Отже, для розв'язання діагностичних задач у такій постановці потрібна обробка великого обсягу неточної і неповної інформації — баз знань. І ця невизначеність інформації — основний фактор створення різних методів діагностики. Можна без перебільшення сказати, що методи, які застосовуються у механізмах виведення, принципово різняться між собою форматами невизначеності (число, інтервал, розподіл, нечітка множина, лінгвістичні вирази і т.д.) та способом одержання оцінок достовірності гіпотез.

Ймовірнісний підхід до розв'язання діагностичних задач — найбільш математично обґрунтований і, отже, дає змогу одержати кінцеві результати навіть за відсутності достатнього обсягу вхідного матеріалу. Серед ймовірнісних методів особливе місце належить тим, які базуються на інтерпретації ймовірності події як міри суб'єктивної впевненості в її істинності. Серед таких методів широкого використання набули логіко-статистичні, в основі яких лежить відома теорема Байєса. Саме байєсівські співвідношення стали основою ітеративних процедур обчислення апостеріорних оцінок вірогідності гіпотез. При цьому приймаються за апріорні відповідні апостеріорні оцінки, отримані на попередньому етапі (з урахуванням впливу певного симптому, що розглядається як свідчення до гіпотези). Вибір чергового свідчення (правила) згідно з обраним критерієм — функція інших методів — логічних. Безпосередньо діагностування відбувається шляхом класифікації оцінених гіпотез. У такий спосіб встановлюються класи найімовірніших, домінуючих, альтернативних та відхиленних гіпотез.

Отже, байєсівські механізми виведення, які ґрунтуються на принципі максимального використання наявної інформації, її безперервного перегляду і переоцінки, — найкращий спосіб об'єднати результати експерименту з апріорними знаннями. В їх основі лежить припущення, що для будь-якої події існує певна апріорна ймовірність того, що вона має місце. Це припущення є цілком обґрунтованим, оскільки у будь-якій предметній галузі вкрай рідко виникають ситуації, коли взагалі відсутня будь-яка апріорна інформація про досліджуване явище.

Підвищений інтерес фахівців з різних прикладних галузей науки до байєсівського підходу цілком зрозумілий і виправданий. Він привабливий з погляду математичної обґрунтованості, порівняно легко реалізується і добре відображає логіку людського мислення. Крім того, цей підхід дає змогу продуктивно використовувати всю наявну апріорну інформацію про досліджуване явище (процес), що робить одержувані результати обґрунтованішими. Проте варто наголосити, що в ролі вірогідних гіпотез та оцінок свідчень виступають їх суб'єктивні характеристики — так звані *чіткі (точкові) оцінки* ймовірностей, які практично важко одержати.

Для істотного послаблення вказаних факторів здійснено модифікацію байєсівського методу на випадок різних видів нечіткостей. Так, перехід від точкових до інтервальних байєсівських механізмів виведення базується на результатах спеціальних математичних досліджень функцій і дає змогу замість точкових значень оцінок подавати їх у вигляді інтервалів ⁸.

Отримані співвідношення для перерахування інтервальних оцінок досить просто реалізуються, а результати діагностування мають цілком прозору інтерпретацію. Однак і в цьому випадку отримані оцінки можуть виявитися досить грубими. Насамперед це стосується випадків, коли, крім діапазону можливих змін, відомі також переваги у виборі конкретних значень оцінених величин у певному інтервалі. Очевидно, що подальший якісний розвиток байєсівського підходу полягає у подоланні численних проблем обробки «розмитої» інформації.

Найцікавішою з наукової точки зору здається ідея створення байєсівських механізмів виведення на базі застосування нечіткої математики. Йдеться про використання байєсівського принципу перерахування оцінок для поточної ситуації через оцінки найближчого минулого з урахуванням оперативної інформації про даний момент для випадку нечітких даних із застосуванням нечіткої логіки, зокрема так званого правила *модус-поненс*.

У нечіткому випадку, очевидно, всі оцінки ймовірностей, як і багатьох інших розмитих величин, здійснюються через функцію належності на відповідному носії. При цьому відомо, що прямо залучити формулу Байєса до розрахунку нечітких значень вірогідностей неможливо — вона оперує точковими значеннями, а не їх множинами, не всі потрібні для її застосування операції визначені для нечітких чисел. Щоб зняти ці перешкоди, було введено ще один вид нечіткості — поняття *псевдонечіткої величини* ⁹.

На відміну від нечіткого числа, для якого зіставляється вся множина значень, для псевдонечіткої величини можуть розглядатися окремі значення із тих, яких вона може набувати. Важливо, що для кожного нечіткого числа можна підібрати деяку псевдонечітку величину і навпаки — для кожної такої величини можна визначити відповідне нечітке число, виконавши просту операцію юнітації (зодичення). Для проведення обчислень з псевдорозмитими величинами спеціально розроблена арифметика, яка враховує ймовірнісну природу одержуваних оцінок і дає змогу значно ефективніше розділяти конкуруючі гіпотези. На її основі побудовані процедури обчислення апостеріорних оцінок як для невироджених, так і для вироджених ситуацій. При цьому в нечіткому випадку, крім зазначених вище величин, повинні бути задані також функції належності нечіткої множини «приблизний нуль» та нечіткої множини «приблизна одиниця», а також точність розрахунків.

Зауважимо, що введення поняття псевдонечіткої величини ліквідувало можливі некоректності обчислювальної реалізації (зокрема, можливе перевищення одиниці внаслідок округлення, засміченості інформації при проведенні апостеріорної оцінки функції належності зазначених ключових величин). Технологічно перерахунок потрібних апостеріорних оцінок спочатку виконується для псевдонечітких величин, далі відбувається їх юнітація, після чого — інтерполяція за правилом модус-поненс за відповідними нечіткими числами.

В Інституті кібернетики НАН України розроблена *діагностично-аналітична система Байєс+* у середовищі Delphi в рамках каузального підходу. Її предметна галузь — складні системи, стан яких характеризується ймовірнісними оцінками зв'язків гіпотез із

симптомами (свідченнями). Діагностика здійснюється логіко-статистичними методами виведення. Крім діагностування, у ній реалізовані також окремі аналітичні функції, які дають змогу провести дослідження якості та ефективності виведення ¹⁰. У системі реалізовано точковий та інтервальний байєсівські методи і метод коефіцієнтів упевненості, а також різні стратегії для звуження сфери пошуку. Система функціонує на відомих лабораторних базах знань медичного та технічного профілів.

У базах знань цієї системи ключовими є три взаємопов'язані таблиці — «Гіпотези», «Симптоми» та «Правила». У таблиці «Симптоми» розміщена інформація про свідчення. Найважливішою тут є розширена назва симптому та оцінка впевненості. Найістотною інформацією, що міститься у таблиці «Гіпотези», є апіорне значення достовірності відповідної гіпотези, точніше, її експертна оцінка. Таблиця «Правила» використовується для структуризації та збереження основної інформації, заданої для конкретних правил-продукцій (така інформація, як правило, надається експертом).

Ця версія системи забезпечує проведення діагностичного процесу за обраним методом — точковим, інтервальним байєсівським чи методом коефіцієнтів упевненості. Залежно від обраного методу діагностування в основі механізму виведення лежать різні стратегії логічного виводу. Скажімо, байєсівська діагностика проводиться за допомогою так званого непрямого ланцюжка міркувань, коли до розгляду залучається свідчення, значущість якого на даному кроці розв'язування задачі максимальна. Реалізація методу коефіцієнтів упевненості ґрунтується на комбінації зворотного і «непрямого» способів виведення: спочатку з множини гіпотез обирається та, достовірність якої є найбільшою, а потім розглядаються всі пов'язані з нею свідчення у порядку зменшення їх значущості.

Розроблена система нині використовується як полігон для відпрацювання методів і стратегій діагностування, а також технологічних процесів створення нечіткої діагностично-аналітичної системи.

I.V. Sergienko, I.M. Parasyuk

Нечіткі інформаційно-діагностичні технології: проблеми становлення

Резюме

Описуються складові компоненти інформаційних технологій діагностики. Розглядаються результати досліджень, отримані на шляху становлення концептуальних засад побудови нечітких інформаційно-діагностичних технологій асоціативного та казуального типів. Основна увага приділяється логіко-оптимізаційним та логіко-статистичним методам виведення висновків.

I.V. Sergienko, I.M. Parasyuk

Fuzzy Information and Diagnosis Technologies: Formation Problems

Summary

Information diagnosis technology components are described. The paper considers investigation results obtained on the way of formation of conceptual bases on which fuzzy associative- and causal-type information and diagnosis technologies are built. The main attention is paid to logical-optimizational and logical-statistical inference-making methods.

© СЕРГІЄНКО Іван Васильович. Академік НАН України. Академік-секретар відділення інформатики Президії НАН України. Директор Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України (Київ).

ПАРАСЮК Іван Миколайович. Доктор технічних наук, професор. Завідувач відділу тієї ж установи. 2002.

¹ [\[до тексту\]](#) Парасюк І.Н. Принципы разработки современных программных систем анализа данных // Кибернетика и систем. анализ. — 1993. — № 3. — С. 155—162.

² [\[до тексту\]](#) Заложенкова І.А., Парасюк І.Н. Интегрированная система проверки гипотез: программно-алгоритмические средства // Кибернетика и систем. анализ.— 1997. — № 5. — С. 1—9.

³ [\[до тексту\]](#) Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к понятию приближенных решений. — М.: Мир, 1976. — 165 с.

⁴ [\[до тексту\]](#) Сергієнко І.В. Інформатика в Україні: становлення, розвиток, проблеми.- К.: Наук. думка, 1999. — 352 с.

⁵ [\[до тексту\]](#) Сергиенко И.В. Математические модели и методы решения задач дискретной оптимизации. — К.: Наук. думка, 1985. — 384 с.

⁶ [\[до тексту\]](#) Див.: Нечеткие множества и теория возможностей / Под ред. Г. Ягера. — М: Радио и связь, 1986. — 408 с.

⁷ [\[до тексту\]](#) Дудка Т.Н., Провотар А.И. Применение нечетких множеств и уровневых чисел для решения задачи выбора // Проблемы программирования. — 2001.— № 1. — С. 21—26.

⁸ [\[до тексту\]](#) Вережка О.В., Заложенкова І.А., Парасюк І.Н. Обобщение интервальных байесовских механизмов вывода и перспективы их использования // Кибернетика и систем. анализ. — 1998.— № 6. — С.3—13.

⁹ [\[до тексту\]](#) Вережка О.В., Парасюк І.Н. Математические основы построения нечетких байесовских механизмов вывода // Кибернетика и систем. анализ.— 2002. — № 1. — С.105—117.

¹⁰ [\[до тексту\]](#) Заложенкова І.А., Парасюк І.Н. Цит. праця.