

## ІНФОРМАЦІЯ

### НОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

Розробка нових математичних методів оптимізації та інформаційних технологій для дослідження об'єктів з урахуванням їх просторової форми є важливою проблемою як з точки зору фундаментальних досліджень, так і практичних застосувань. Нові результати, наведені у циклі робіт «Математичні методи оптимізації та інтелектуальні комп'ютерні технології моделювання складних процесів і систем з урахуванням просторових форм об'єктів», який висувається на здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки за 2010 рік, мають комплексний характер і спрямовані на вирішення проблем даного класу. Авторський колектив циклу робіт складається з відомих вчених у цій галузі, які працюють у провідних університетах і академічних установах України: – В.В. Грицик, А.І. Шевченко, О.М. Кисельова, С.В. Яковлев, П.І. Бідюк, М.І. Гіль, Ю.В. Крак, А.І. Куляс, Т.Є. Романова, П.І. Стецюк. Кваліфікація усіх членів авторського колективу і їх рівень наукових досягнень не викликають сумніву, а отримані результати відповідають світовому рівню.

Цикл робіт складається з трьох розділів. Перший розділ присвячений конструктивним засобам математичного і комп'ютерного моделювання складних систем з об'єктами, що мають довільну просторову форму, метричні характеристики та відповідне взаємне розташування у просторі. Досліджені класи оптимізаційних задач розміщення, компоновки, покриття, розбиття в складних системах з об'єктами довільної просторової форми. Розроблені сучасні математичні методи оптимізації складних систем, у тому числі чисельні методи оптимізації негладких функцій, методи дискретної та комбінаторної оптимізації, глобальної та статистичної оптимізації багатоекстремальних функцій, неklasичні методи нескінченновимірного математичного програмування з булевими змінними.

У другому розділі наводяться нові результати з розробки математичних і технічних засобів дослідження складних просторових об'єктів нелінійної природи та оптимізації їх параметрів. Створена методологія побудови математичних моделей процесів та систем, що спрямована на оптимізацію проектування, моделювання, формування рівнянь руху, керування з урахуванням розроблених моделей, оцінювання параметрів і станів систем з урахуванням експериментальних і статистичних даних. Розроблена теорія математичного моделювання, оптимальної фільтрації та оптимального керування елементами великих космічних конструкцій з нелійними характеристиками. Зокрема, побудовано нові математичні моделі конструкцій з нелійностями у просторі станів, запропоновані оригінальні алгоритми оптимального оцінювання станів, які враховують збурення станів та шуми в каналах вимірів. Для структурної і параметричної ідентифікації великих космічних конструкцій запропоновано ряд оригінальних методів і створено відповідні обчислювальні процедури, призначені для використання в реальному часі. Розроблені нові методи проектування просторових кінематичних схем маніпуляційних роботів. Розроблено нові чисельні методи і алгоритми автоматичної побудови динамічних моделей маніпуляційних роботів. Уперше запропоновано метод побудови математичних моделей динаміки маніпуляційних роботів з мінімальною обчислювальною складністю. Для вирішення проблеми керування рухом маніпуляційних роботів розроблено координатний підхід, який полягає у виділенні найбільш суттєвих елементів рівнянь динаміки з метою їх використання для синтезу

і аналізу систем керування. Розроблено новий необчислювальний метод планування просторових рухів маніпуляційних роботів у середовищі з обмеженнями як аналог процедур навчання та прийняття рішень виконання маніпуляцій і локомоцій вищих організмів.

Подано комплексний підхід до розпізнавання або ідентифікації складних ситуацій, який базується на аналогії з методами колективного прийняття, що ефективно використовуються у багатьох прикладних задачах. Розроблено методи теорії редукції, спрямовані на встановлення такого співвідношення складності відновлюваної функції й обсягу емпіричних даних, які забезпечували б необхідні якість і надійність вирішення задачі. Розроблено методи моделювання нестационарних нелінійних процесів довільної природи із невизначеностями структурного, статистичного і параметричного характеру. Запропоновано методи встановлення коректності класів нелінійності стационарних моделей різних типів для оптимального проектування механічних систем. Запропоновані нові підходи і методи для моделювання мислення в системах зі штучним інтелектом. Створена віртуальна штучна особистість-робот «VITROM» як комплекс програм, що дозволяє імітувати діяльність функціональних систем мозку людини на основі поглибленого вивчення структурно-функціональної організації нервової системи людини. Проведені експериментально-теоретичні дослідження інтелектуально-творчих процесів при формуванні нових знань і рішень.

Третій розділ присвячено розробці нових перспективних кібернетичних інформаційних технологій обробки, аналізу, діагностики даних і візуалізації інформації для створення оригінальних і удосконалення існуючих засобів науково-технічного прогресу в обчислювальній техніці та програмному забезпеченні приладів та систем дослідження технічних, фізичних, біологічних, інтелектуальних процесів. Створені нові інтелектуальні інформаційні технології базуються на розроблених авторським колективом фундаментальних математичних методах оптимізації, моделювання, аналізу й синтезу складних процесів і систем.

Розроблено прикладні засоби побудови єдиного математичного інформаційного інструментарію для всебічного і повного дослідження фізичних процесів і природних явищ, який включає низку методів відбору, розпізнавання, класифікації швидкої обробки та розпаралелювання інформації, побудови архітектури технічних засобів і математичних моделей для створення на цій основі високоефективних спеціалізованих і проблемно-орієнтованих інформаційно-аналітичних систем реального часу. Розроблено новий індуктивний метод побудови збалансованих нейронічних моделей у формі Бернштейна на основі байєсівської регресії на опорних векторах у характеристичному просторі поліноміальних функцій Без'є – Бернштейна, який відрізняється від відомих можливістю задавати апріорно елементи структури моделі та високою якістю оцінок прогнозів нестационарних стохастичних процесів з нелінійностями відносно змінних. Запропоновано формальний підхід до проектування штучних імунних систем, який дозволив розробити оригінальну штучну імунну систему для розв'язання задачі прогнозування часових рядів значень контрольованих параметрів і змінних, яка забезпечує значне зменшення витрат часу на навчання популяції при збереженні високої якості прогнозу. У рамках створеної інформаційно-аналітичної системи технічного діагностування така штучна імунна система використовується при розв'язанні задачі прогнозування технічного стану об'єкта діагностування і задачі опису відсутніх спостережень у вузлах байєсової мережі.

Розроблено науково-методологічні засади дослідження і створення інтелектуальних робототехнічних систем нового покоління з підвищеними розумовими та руховими функціями, що реалізовані в серії мобільних маневрених інтелектуально-меха-

нічних крокуючих роботів широкого призначення. Здійснено дослідження науково-теоретичних засад керування крокуючими електронно-механічними роботами на базі інтелектуальних інформаційно-вимірювальних систем і сучасних засобів телекомунікацій, розроблено електроприводи, керування, систему балансування ваги крокуючого робота, яка забезпечує рух робота довільною поверхнею. У дослідженнях науково-теоретичних проблем створення системи бінаурального слуху для роботів розроблена і випробувана модель пеленгації джерела звуку та система обробки звукових хвиль від масивів сенсорів на основі розроблених оригінальних методів.

Розроблено оригінальні прикладні інформаційні комп'ютерні технології моделювання, аналізу й синтезу інтелектуальної інформації. Запропановано нові методи моделювання і розпізнавання обличчя людини, дослідження мімічних проявів та емоційних станів на обличчі людини. Створено загальну концепцію побудови прикладних систем штучного інтелекту й можливості побудови обчислювальних систем з ймовірнісними алгоритмами перетворення інформації з використанням сучасного математичного апарату систем масового обслуговування. Розроблено нові методи створення інтелектуальних комп'ютерних систем розпізнавання мовно-зорових образів з елементами семантичного сприйняття інформаційних текстів. У розробках з розпізнавання мовних образів розширено концепцію фонемного розпізнавання послідовності окремо вимовлених слів, що дозволило спростити процедуру навчання та покращити загальні показники системи. Розроблено нові методи аналізу й синтезу голосової мовної інформації. Для вирішення задачі комп'ютерного синтезу розроблено сегментно-конкатенативний метод. На основі розроблених методів створена інформаційна комп'ютерна технологія озвучення довільних текстів українською мовою. Для вирішення важливої проблеми перетворення вхідної голосової мовної інформації у текстову розроблена автоматизована комп'ютерна система з одно- та багатокористувацьким режимами. У дослідженнях з комп'ютерної обробки зображень вдосконалено наукові засади автоматичного комп'ютерного розпізнавання образів і технологію формування структурного опису зображень та методи його обробки, що дозволило вирішувати широке коло задач інтелектуального аналізу візуальної інформації.

Вперше в Україні розроблена унікальна інформаційна технологія для моделювання та вивчення української жестової мови. Дана технологія включає: перетворення текстів українською мовою в їх аналоги на мові жестів; аналіз і синтез міміки і артикуляції губ; просторове моделювання рухів жестової мови і дактильної абетки тривимірної моделі людини; відображення на моделі процесу промовляння.

За результатами досліджень авторами опубліковано понад 100 монографій, підручників, навчальних посібників та понад 1200 наукових статей. Результати доповідалися на багатьох міжнародних наукових конференціях, симпозіумах, семінарах у 17 країнах світу. За безпосередньою участю авторів захищено понад 50 докторських та кандидатських дисертацій. Практична значимість отриманих результатів підтверджується понад 70 патентами, авторськими свідоцтвами, актами впровадження, свідоцтвами про реєстрацію авторських прав на твір, створенням сучасних інформаційних технологій світового рівня для дослідження складних процесів і систем з урахуванням просторових форм об'єктів.

Теоретичні засади моделювання складних процесів і систем покладені в основу вирішення фундаментальних прикладних проблем, що досліджувались в рамках державних науково-технічних програм на замовлення міністерств і відомств України, а також Європейського Союзу та США у вигляді понад 20 грантів на наукові дослідження.