



3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЕРЕВООБРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

УДК 330.133.7

Проф. Д.Л. Дудюк, д-р техн. наук – НЛТУ України

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ Й ОПТИМІЗАЦІЇ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Дається короткий порівняльний аналіз нових моделей і методів (алгоритмів) інтелектуальних обчислень з метою їх вибору і застосування для оцінки ефективності та вибору оптимальних параметрів недетермінованих автоматизованих виробничих систем з нечітким описом станів.

Prof. D.L. Dudyuk – NUFWTU

Intellectual techniques methods for estimation of automatic systems effectiveness and optimisation

The short analysis of new models and algorithms of intellectual calculation for stochastic automatic systems effectiveness estimation and optimization with fuzzy account.

Стрімкий розвиток науково-технічного прогресу і, зокрема, матеріального виробництва, висока динаміка обміну товарами і послугами між державами і континентами світу вимагає достовірної оцінки ефективності функціонування виробничих систем уже на ранніх стадіях їх проектування і створення. Сучасні методи аналізу і синтезу автоматизованих систем, що постійно від їх створення й до кінця терміну використання піддаються не передбачуваним впливам стохастичних збурень, не придатні для оперативного вирішення цих актуальних проблем. У цих умовах привертають увагу нові підходи, що сформувалися за останні десятки років.

Щоб людина могла успішно розв'язувати завдання аналізу ефективності та синтезу оптимальних автоматизованих систем різноманітного призначення їй потрібні такі унікальні здатності як:

- *вміння навчатися*, тобто здатність послідовно мінімізувати відхилення фактичного висліді своєї діяльності від певного еталона;
- *лінгвістичність*, тобто здатність виражати природною мовою ті знання, які здобуті у процесі навчання.

Тому для моделювання інтелектуальної діяльності людини має використовуватися такий математичний апарат, який, на відміну від класичних методів, пристосований до врахування властивостей *навчатися і спілкуватися*.

Таким математичним апаратом сьогодні є так звані *інтелектуальні технології*, які в основному базуються на трьох незалежних теоріях:

- *нечітких множин* – засобу формалізації природномовних висловлювань і логічних висновків;
- *нейронних мереж* – штучних аналогів людського мозку, що моделюють здатність навчатися;
- *генетичних алгоритмів* – методу синтезу оптимальних розв'язків із множини початкових варіантів, над якими виконуються операції *селекції*, *схрещування* та *мутації*.

Моделі об'єктів дослідження будуються шляхом проектування і налагодження нечітких баз знань, що являють собою сукупності лінгвістичних висловлювань типу "ЯКЩО" (входи)..., "ТО" (виходи). Налагоджуючи нечітку базу знань, можна визначити складні нелінійні залежності з необхідною точністю.

Таким чином, інтелектуальні технології у складі нечіткої логіки, генетичних алгоритмів і нейронних мереж дають змогу успішно вирішувати завдання аналізу й синтезу складних об'єктів дослідження. Суть інтелектуальності полягає в уніфікованому для всіх завдань представленні об'єкта у вигляді лінгвістичних правил "ЯКЩО...ТО", що відображають людські міркування на рівні здорового глузду і практичних знань. Тим принципово відрізняється новий підхід від класичних методів аналізу і синтезу, в яких структура та функціонування об'єкта моделюється певними видами рівнянь: диференціальними, різницеvими та іншими. Для формалізації лінгвістичних знань використовуються спеціально введені нечіткі логічні рівняння, які налаштовуються (навчаються) генетичними алгоритмами, еволюційним програмуванням і нейронними мережами [1].

Нерідко окремі спеціалісти помилково сприймають нечітку логіку як засіб знаходження лише наближених рішень в управлінні, економіці, медицині та ін., де не вимагається висока точність. Але добре відомо, що налаштовуючи нечіткі бази знань, можна досягати такої точності моделювання, яка не поступається перед строгими кількісними співвідношеннями.

Використання нечіткої експертної інформації про нелінійний об'єкт досліджень дає змогу зменшити обсяг експериментальних досліджень. Крім цього, нечітка база знань легко інтерпретує структуру об'єкта, що не завжди можливо за використання традиційних методів. У зв'язку зі вказаним вище відпадає необхідність штучного підлатування особливостей об'єктів досліджень під строгі рамки традиційних методів їх аналізу і синтезу.

Серед сучасних підходів, що дають змогу знаходити нові знання на підставі відповідного аналізу інформації про ті чи інші об'єкти дослідження, можна виділити шість основних видів моделей, а саме: класифікація, регресійний аналіз, прогнозування часових послідовностей, кластерний аналіз, асоціювання, логічна послідовність (табл. 1).

Найбільш розповсюдженою операцією інтелектуального аналізу різноманітної інформації є *класифікація*. За її допомогою виявляють характерні ознаки об'єктів дослідження, однорідних явищ з метою віднесення до тих чи інших заздалегідь виділених груп (класів, типів).

Табл. 1. Основні моделі інтелектуальних обчислень

Модель	Мета	Функція
1. Класифікація	Передбачення	Виявлення в аналізованому об'єкті характерних ознак виділених груп
2. Регресійний аналіз	—"	Встановлення кількісного зв'язку між вихідними і вхідними змінними
3. Прогнозування часових послідовностей	—"	Прогнозування динаміки розвитку і поведінки системи на підставі історичної інформації про неї
4. Кластерний аналіз	Нові знання	Самостійне виділення однорідних груп об'єктів за допомогою моделі кластеризації
5. Асоціація	—"	Вирішення проблеми аналізу структур на підставі взаємозв'язків між подіями
6. Логічна послідовність	—"	Встановлення логічного зв'язку в послідовності пов'язаних у часі подій

Регресійний аналіз використовується для того, щоб встановити кількісний зв'язок між вихідними і вхідними змінними досліджуваних об'єктів і явищ. У найпростішому випадку користуються стандартними статистичними методами лінійної регресії. Але реальні об'єкти і явища мають складніші види моделей.

Прогнозування часових послідовностей дає змогу передбачати поведінку різноманітних систем у майбутньому на підставі аналізу числових рядів тієї чи іншої історичної інформації, що нагромаджена в інформаційних базах даних.

Кластеризація лише віддалено нагадує модель класифікації. Основна відмінність тут полягає в тому, що самі групи (класи, типи) не задаються. Модель кластеризації самостійно виділяє однорідні групи об'єктів, їх властивостей і характеристик, за якими розподіляє об'єкти дослідження.

Асоціювання вирішує проблему аналізу різноманітних структур і явищ на підставі встановлення зв'язків між окремими подіями та елементами.

Модель *логічної послідовності* передбачає встановлення логічного зв'язку у послідовностях, пов'язаних у часі подій і явищ.

Зупинимось тепер коротко на основних методах (алгоритмах), що використовуються для проведення інтелектуальних обчислень (табл. 2). Методи *нечіткої логіки* (НЛ) дають змогу описувати й аналізувати системи з так званими нечіткими або розмитими характеристиками й параметрами. Останні описуються не тільки відповідними ймовірностями, але й відповідними можливостями. Методи НЛ бурхливо розвиваються у багатьох галузях країн світу. Вони застосовуються для розпізнавання образів і ситуацій, контролю і вдосконалення стратегій керування складним виробництвом, самонавчання технічних систем, еколого-економічного та фінансового аналізу тощо.

Відносна простота й висока ефективність НЛ як універсальної методології вирішення різноманітних проблем забезпечує її успішне використання у вбудованих системах контролю, аналізу інформації та управління. При цьому зберігається можливість долучення досвіду та інтуїції оператора. На відміну від традиційної математики, де на кожному кроці вимагається моделювання точних і однозначних формулювань закономірностей, НЛ пропонує зовсім

інший рівень мислення. Тому тут можна проводити творчий процес моделювання на найвищому рівні абстракцій, за якого постулюється лише мінімальний набір закономірностей.

Табл. 2. Основні методи (алгоритми), що використовуються для проведення інтелектуальних обчислень

Метод	Коротка характеристика
1. Нечітка логіка (НЛ)	Методи НЛ застосовуються до груп даних, які з певною імовірністю можуть бути істинними або хибними. Крім цього, до понять "так" або "ні" передбачається доповнення "може бути". Використовуються для контролю й аналізу інформації.
2. Деревя рішень	Ієрархічна система правил обчислень, класифікації та аналізу "ЯКЩО..., ТОДІ..."
3. Система аналогій (найближчого сусіда)	Прогнозування розвитку подій на підставі аналогій подібних минулих ситуацій.
4. Генетичні алгоритми (ГА)	ГА – ефективний засіб вирішення різноманітних комбінаторних та оптимізаційних завдань за закономірностями природного процесу відбору і розвитку.
5. Еволюційне програмування (ЕП)	Гіпотеза про зв'язок між вихідними і вхідними змінними формулюється системою у вигляді набору програм. Процес їх побудови подібний до ГА. Система "вибирає" декількох генетичних ліній програм, вибирає найкращу, і переводить на мову користувача.
6. Нейронні мережі (НМ)	Нелінійні адаптивні системи, що умовно імітують нервову тканину з нейронів і здатні "навчатися" та видавати рішення. Апаратні та програмні реалізації алгоритмів НМ називають нейрокомп'ютерами.
7. Комбіновані методи	Комплексне поєднання вказаних вище методів часто забезпечує високу ефективність пошуку оптимальних розв'язків.

Як недолік нечітких систем необхідно відзначити, по-перше, відсутність стандартної методики їх конструювання і, по-друге, неможливість математичного аналізу нечітких систем існуючими традиційними методами.

Метод *деревя рішень* (ДР) зручний не тільки для розв'язування завдань класифікації, але й для обчислень. Він уже широко застосовується у області фінансів і бізнесу, де часто трапляються завдання чисельного прогнозу. Внаслідок застосування цього методу створюється ієрархічна структура правил класифікації типу "ЯКЩО... ТОДІ...", що має вигляд дерева. Для того щоб вирішити, до якого класу віднести досліджуваний об'єкт або явище, необхідно відповідати на питання, що стоять у вузлах цього дерева, починаючи з кореня.

Ідея алгоритму міркувань на основі *системи аналогій* (СА) досить проста. Щоб зробити прогноз на майбутнє і вибрати правильне рішення, СА знаходять аналоги досліджуваної ситуації в минулому і вибирають для неї відповідне рішення. Тому цей метод ще називають методом "найближчого сусіда". Тут не створюються ніякі моделі чи правила для узагальнення попереднього досвіду, тільки використовується весь масив доступних історичних даних.

Генетичні алгоритми – високоефективний засіб вирішення різноманітних задач оптимізації та комбінаторних. Назва їх вказує на певну імітацію процесу природного відбору [2, 3]. Якщо, наприклад, потрібно для вирішення

завдання оптимізації знайти певну сукупність фіксованої кількості технічних параметрів, то про цей набір можна говорити як про відповідну сукупність хромосом, що визначають якості індивіда – даного варіанта розв'язку поставленого завдання. Значення параметрів, що визначають розв'язок, тоді будуть називатися генами. Тепер пошук оптимального розв'язку подібний до еволюції популяції індивідів, представлених їхніми наборами хромосом. У цій еволюції діють механізми:

- *відбору* найсильніших – наборів хромосом, яким відповідають найближчі до оптимальних розв'язків;
- *схрещування* – генерування нових варіантів за допомогою змішування хромосомних наборів вибраних індивідів;
- *мутації* – випадкові зміни генів у деяких індивідів популяції. У результаті зміни багатьох поколінь виробляється розв'язок, що вже не може бути поліпшеним.

Оскільки саме формулювання завдання в термінах ГА не дає змоги проаналізувати статистичну значущість знайденого з їх допомогою розв'язку й ефективно сформулювати завдання, то визначити критерій відбору хромосом може тільки відповідний фахівець. Тому ГА сьогодні ще розглядаються більше як інструмент наукових досліджень, ніж засіб практичного застосування в техніці та в бізнесі.

Еволюційне програмування – наймолодший напрям інтелектуальних обчислень. Він ґрунтується на тому, що гіпотези про залежність вихідних величин об'єктів дослідження від вхідних і збурювальних впливів формулюється системою у вигляді програм на деякій внутрішній мові програмування. Процес побудови цих програм нагадує функціонування ГА. Коли система знаходить програму, яка непогано відображає шукану залежність, вона починає модифікувати і поступово покращувати цю програму, відбираючи варіанти, які підвищують її точність. Таким чином система ніби "вирощує" декілька генетичних ліній програм, що конкурують між собою в точності вираження шуканої залежності та за іншими показниками. У висліді вибирається найефективніший варіант програми.

Тоді спеціальний транслуючий модуль переводить знайдені залежності з внутрішньої мови системи на зрозумілу для користувача мову (математичні формули, графіки, таблиці тощо).

Нейронні мережі (НМ) – це нелінійні адаптивні системи з архітектурою і функціями, що умовно імітують нервову тканину з нейронів, здатні навчатися і видавати відповідні рішення. Процес "навчання" полягає у підбиранні ваг міжнейронних зв'язків і модифікації внутрішніх параметрів передатної функції нейронів. Для кожної сукупності навчальних даних на вихідні значення порівнюються з відомими результатами і обчислюється отримана похибка. Процес повторюється доти, поки похибка на виході системи не стане меншою від заданої.

Іншими словами, нейронні мережі – це сукупність зв'язаних між собою вузлів, що сприймають вхідні дані, обробляють їх і генерують на виході певний результат. Між вузлами видимих вхідного і вихідного прошарків може знаходитися певна кількість прихованих прошарків оброблення. Нейронні мережі реалізують цей непрозорий процес. Це означає, що побудована модель, як правило, не має чіткої інтерпретації.

Апаратні та програмні засоби реалізації алгоритмів нейромереж називають *нейрокомп'ютером* (НК). Застосування НК у практичній діяльності передбачає низку істотних переваг для користувачів:

- НК дають стандартний спосіб рішення багатьох нестандартних завдань;
- замість програмування проводиться завдання, тому з'являються нові можливості для роботи;
- НК ефективні особливо там, де потрібний аналіз людської інтуїції, зокрема, для розпізнавання образів, читання рукописних текстів, перекладу з однієї мови на іншу, аналітичних прогнозів та ін.;
- НК "демократичні", з ними може працювати зовсім недосвідчений користувач;
- нейронні мережі дають змогу створити ефективне математичне та програмне забезпечення для комп'ютерів з високим ступенем розпаралелювання оброблення.

Вельми ефективним і перспективним є комбінування охарактеризованих вище методів, моделей і алгоритмів. У їх комплексному поєднанні знайдуть своє розв'язання складні, ще не вирішені проблеми.

Література

1. Рутковская Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.
2. Бочарников В.П., Свешников С.В. Основы моделирования и решения экспертно-аналитических задач. – Киев: Эльга Ника-Центр, 2003. – 296 с.
3. Дудюк Д., Загвойська Л. Аналіз ефективності систем оброблення деревини методами інтелектуальних технологій// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.2. – С. 71-77.

УДК 620.193

Доц. О.Б. Гасій, канд. техн. наук;
проф. В.М. Голубець, д-р техн. наук – НЛТУ України

СТІЙКІСТЬ ДО КОРОЗІЇ ЙОННО-ПЛАЗМОВИХ ВАКУУМНИХ ПОКРИТТІВ В УМОВАХ ДІЇ КИСЛИХ І НЕЙТРАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩ

Наведено результати досліджень корозійної стійкості йонно-плазмових вакуумних покриттів у 5 %-му розчині H_3PO_4 , 5 %-му розчині HCl , 5 %-му розчині HNO_3 і 3 %-му розчині $NaCl$ за швидкістю корозії, поляризаційними кривими та кінетикою електродних потенціалів.

Doc. O.B. Hasiy; prof. V.M. Holubets – NUFWTU

Corrosion durability of ion-plasma vacuum coatings in acid and neutral fluids

The results of researches of corrosion durability of ion-plasma vacuum coatings in 5 % H_3PO_4 , 5 % HCl , 5 % HNO_3 and 3 % $NaCl$ solutions by corrosion rate, polarized curves and electrode potentials kinetics are shown.

Метою цього дослідження є вивчення електрохімічної поведінки і стійкості різних видів тонких покриттів у кислих (5 %-му розчині H_3PO_4 , 5 %-му розчині HCl , 5 %-му розчині HNO_3) і нейтральному (3 %-му водному розчині $NaCl$) середовищах.

Всі методичні аспекти даного дослідження детально викладено в роботі [1]. Там наведено також режими нанесення досліджуваних покриттів.