

Д.А.Пінчук, Навчально-науковий комплекс «Інститут прикладного системного аналізу», Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

МЕТОД ГРУПОВОГО ВРАХУВАННЯ АРГУМЕНТІВ З НЕЧІТКИМИ ВХОДАМИ

Пінчук Д.А.

Метод групового врахування аргументів з нечіткими входами

У статті розроблено нечіткий метод групового врахування аргументів з нечіткими входами. Визначено, що при необхідності побудови моделі та прогнозування економічного об'єкту за наявності нечітких, інтервальних та лінгвістичних вхідних даних слід застосовувати нечіткий метод.

Ключові слова: нечіткий метод, аргументи, інтервальні на лінгвістичні дані, економічний об'єкт.

Пинчук Д.А.

Метод группового учета аргументов с нечеткими входами

В статье разработан нечеткий метод группового учета аргументов с нечеткими входами. Определено, что при необходимости построения модели и прогнозирования экономического объекта при наличии нечетких, интервальных и лингвистических входных данных следует применять нечеткий метод.

Ключевые слова: нечеткий метод, аргументы, интервальные и лингвистические данные, экономический объект.

Прогнозування та моделювання все більш широко застосовується у світовій практиці керування та прийняття рішень майже у всіх сферах діяльності. У процесі вирішення проблем прогнозування та моделювання розроблено велику кількість засобів, процедур, методів, методик, методологій та способів. На їх основі створено безліч прогнозуючих та моделюючих систем.

У даній роботі приділена увага прогнозуванню та моделюванню в економіці. Дослідження проводилися на замовлення власників крупної мережі супермаркетів України. Здійснено моделювання роботи існуючих та прогнозування роботи нових магазинів.

Необхідно побудувати модель універсаму для визначення впливу зовнішніх факторів на його роботу. Ця модель повинна прогнозувати роботу універсаму у точці простору, що описується певними параметрами.

Вихідним положенням будемо вважати повну відсутність уяви про структуру моделі та її належності до певного класу. Перелік факторів, який визначено може бути не лише не повним а й виключати базові параметри. В той же час в перелік можуть бути включені залежні між собою параметри.

Значення (кількісне вираження) факторів носить оціночний характер – є нечіткою величиною. Це може бути інтервал, лінгвістична змінна, при чому як впорядкована так і неупорядкована, деякі фактори можуть бути виражені їх статистичними оцінками (відомі оцінки їх математичного сподівання та дисперсії для факторів, що мають гауссівський розподіл, або ж параметри будь-якого іншого розподілу), також це можуть бути нечіткі числа з різними видами функції належності, які представлені параметрами цих розподілів.

Вплив факторів явно не є лінійним. В цьому випадку необхідно вибирати такий інструмент побудови моделі, який візьме питання визначення складності моделі на себе. Також він має бути пристосований до роботи з нечіткими змінними, інтервалами та лінгвістичними змінними.

Для виконання задачі було проведено адаптацію та розвиток розробленого в Інституті прикладного системного аналізу Зайченком Ю.П. Нечіткого методу групового врахування аргументів для застосування у прогнозуванні та моделюванні в економіці підприємств з використанням нечіткої вхідної інформації. До цього часу Нечіткий метод групового врахування аргументів застосовувався лише для моделювання прогнозування макроекономічних показників, а на його вхід подавалися чіткі величини.

Вихідним положенням будемо вважати повну відсутність уяви про структуру моделі та її належності до певного класу. Перелік факторів, який визначено може бути не лише не повним а й виключати базові параметри. В той же час в перелік можуть бути включені залежні між собою параметри.

Значення (кількісне вираження) факторів носить оціночний характер – є

нечіткою величиною. Це може бути інтервал, лінгвістична змінна, при чому як впорядкована так і неупорядкована, деякі фактори можуть бути виражені їх статистичними оцінками (відомі оцінки їх математичного сподівання та дисперсії для факторів, що мають гауссівський розподіл, або ж параметри будь-якого іншого розподілу), також це можуть бути нечіткі числа з різними видами функції належності, які представлені параметрами цих розподілів.

Вплив факторів явно не є лінійним. В цьому випадку необхідно вибирати такий інструмент побудови моделі, який візьме питання визначення складності моделі на себе. Також він має бути пристосований до роботи з нечіткими змінними, інтервалами та лінгвістичними змінними.

На сьогоднішній день проблеми моделювання складних економічних систем взагалі можуть бути вирішені за допомогою дедуктивних логіко-математичних або за допомогою індуктивних переборних методів. Дедуктивні та імітаційні методи мають переваги у випадку досить простих задач моделювання, коли відома теорія об'єкту, що моделюється, і тому можлива розробка моделі виходячи з фізичного-заснованих принципів, застосовуючи знання людини щодо процесів у об'єкті.

Прийняття рішень у таких сферах як аналіз процесів у фінансовому прогнозуванні вимагають засобів, що здатні отримувати точні моделі на основі прогнозів процесів. Між тим виникають проблеми, що пов'язані з великим числом змінних та дуже малою кількістю спостережень і невідомими динамічними зв'язками між змінними. Такі економічні об'єкти є складними погано-обумовленими системами, що характеризуються

- недостатньою апріорною інформацією;
- великою кількістю параметрів, що не вимірюються;
- зашумленими або короткими вибірками даних;
- погано-обумовленими об'єктами з розмитими характеристиками.

Такі проблеми не можуть бути розв'язані дедуктивними логіко-математичними методами з достатньою точністю. У цьому випадку здобуття знань з даних, тобто знаходження моделі на основі експериментальних вимірів

має переваги у випадку досить складних об'єктів. Такі об'єкти містять мінімальне апріорне знання або не мають визначеної теорії взагалі. Це особливо вірно для об'єктів з розмитими характеристиками. [0]

Самоорганізація відноситься до емпіричних методів моделювання. Ці методи в своїй сфері застосування мають деякі переваги у порівнянні з теоретичними та напівемпіричними методами побудови моделей. В тих випадках, коли ми спостерігаємо лише параметри досліджуваного об'єкту, але не знаємо структури та механізму взаємодії між елементами складної системи, поведінка якої визначає значення параметрів, підхід самоорганізації виявляється єдиним надійним засобом для побудови моделей прогнозування. За допомогою самоорганізації розв'язок можна визначити, навіть якщо іншими способами отримати результати неможливо. Моделі, отримані за допомогою самоорганізації, мають специфічну сферу застосування і особливо ефективні для прогнозування як на короткі так і на довгі періоди. Фізичні моделі, отримані на основі математичної теорії спостережуваних об'єктів, можуть наслідувати лише повністю визначені цілі (ідентифікація та прогноз). Тому побудова моделей у відповідності до нових об'єктивних методів самоорганізації робить можливим замість припущень та грубих помилок запропонувати моделі, які ґрунтуються на надійній інформації та отримані за допомогою самоорганізації.

Треба звернути увагу, що будується модель прогнозу не результату неперервного процесу а результатів паралельних проявів процесів що, за нашим припущенням мають однакову модель. Це зразу відсікає можливість використання для прогнозу методів, що використовують авторегресію.

Зважаючи на вищевикладене, поставлена задача може бути вирішена за допомогою Методу Врахування Аргументів (МГВА) в його нечіткій модифікації з нечіткими входами та виходом, котрий знаходить знання про об'єкт безпосередньо з вибірки даних. Це індуктивний переборний метод самоорганізації, котрий має переваги для досить складних об'єктів, що не мають визначеної теорії, зокрема для об'єктів з розмитими характеристиками.

Алгоритми МГВА знаходять єдину оптимальну для кожної вибірки модель за допомогою повного перебору всіх можливих моделей-кандидатів та операції їх оцінки за зовнішнім точним чи балансним критерієм [0,**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] на незалежній підвибірці даних.

Поставлена задача може бути вирішена за допомогою Методу **Врахування Аргументів (МГВА) в його нечіткій модифікації з нечіткими входами та виходом**, котрий знаходить знання про об'єкт безпосередньо з вибірки даних. Це індуктивний переборний метод самоорганізації, котрий має переваги для досить складних об'єктів, що не мають визначеної теорії, зокрема для об'єктів з розмитими характеристиками. Алгоритми МГВА знаходять єдину оптимальну для кожної вибірки модель за допомогою повного перебору всіх можливих моделей-кандидатів та операції їх оцінки за зовнішнім точним чи балансним критерієм [4] на незалежній підвибірці даних.

Нечіткий Метод Групового Врахування Аргументів з нечіткими входами та виходом (НМГВАНв)

У відповідності до поставленої задачі було модифіковано Нечіткий метод групового врахування аргументів.

Основна ідея

Даний алгоритм, як і звичайний Нечіткий Метод Групового Врахування Аргументів, використовує поняття лінійної інтервальної моделі:

$$Y=A_0+A_1z_1+\dots+A_mz_m; \quad (1)$$

але відрізняється тим, що у моделі змінні $z_1..z_m$ - нечіткі числа інтервального вигляду, що описуються парою параметрів $z_i=(a_i,b_i)$; $a_i < b_i$. Тут a_i — ліва границя інтервалу, b_i — права границя інтервалу.

де A_0 — нечітке число інтервального вигляду, що описуються парою параметрів $A_0=(a_0,c_0)$; $c_0 > 0$. Тут a_0 — центр інтервалу, c_0 — його ширина; A_i — дійсні числа.

Тоді Y — нечітке інтервальне число, його параметри визначаються наступним чином:

$$\text{Ліва границя інтервалу: } a_y = \sum_{i=1}^m A_i a_i + a_0 - \frac{c_0}{2}; \quad (2)$$

$$\text{Права границя інтервалу: } b_y = \sum_{i=1}^m A_i b_i + a_0 + \frac{c_0}{2}. \quad (3)$$

Для того, щоб інтервальна модель (1) була коректна, необхідно, щоб справжнє значення залежної величини (тобто Y_k , яке також має інтервальний вигляд $(a_y^{(k)}, b_y^{(k)})$) навчальної вибірки належало інтервалу, що визначається формулами (2), (3):

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m A_i a_i + a_0 - \frac{c_0}{2} \leq a_y^{(k)}, \\ \sum_{i=1}^m A_i b_i + a_0 + \frac{c_0}{2} \geq b_y^{(k)}, \end{cases} \quad k = 1 \div M \quad (4)$$

При побудові моделі оптимальної складності розглядалися часткові описи наступного вигляду:

$$A_{00} + A_{01} \cdot x_1 + A_{02} \cdot x_2 + A_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + A_{11} \cdot x_1^2 + A_{22} \cdot x_2^2 \quad (5)$$

Через це змінні z_i з формул (1)-(5) записуються наступним чином:

$$z_1 = x_1, z_2 = x_2, z_3 = x_1 \cdot x_2, z_4 = x_1^2, z_5 = x_2^2, \quad (6)$$

де $x_i \cdot x_j = (\min(a_i \cdot a_j, a_i \cdot b_j, a_j \cdot b_i, b_i \cdot b_j), \max(a_i \cdot a_j, a_i \cdot b_j, a_j \cdot b_i, b_i \cdot b_j))$

Порівняння отриманих результатів методу НМГВАНВ з НМГВА за основними характеристиками:

	НМГВА	НМГВАНВ
СКВ	6332,96	4330,518
R^2	0,40187	0,42087
Середня ширина інтервалу прогнозу	23788,39	12207,93
Середня абсолютна похибка	4913,402	3568,89

Кращу прогнозу модель було отримано за допомогою методу НМГВАНв. З порівняльної таблиці чітко видно доцільність використання нечіткої інформації при моделюванні та прогнозуванні. Слід зауважити, що суттєво (майже вдвічі) зменшилась ширина інтервалу прогнозування. Тобто метод НМГВАНв дає не лише точніший прогноз по значеннях центрів інтервалів а ще й вужчий. Цей результат є дуже важливим. Коли модель на виході дає не чітке значення, а інтервал, то бажано, щоб цей інтервал був якомога менший.

Пояснити отримання меншої ширини інтервалу можна зробити на основі того, що метод групового врахування аргументів з нечіткими входами (НМГВАНв) на всіх своїх рядах самоорганізації використовує нечітку інформацію, тоді як звичайний нечіткий метод групового врахування аргументів (НМГВА) використовує нечіткість лише на останньому ряді. А саме – у НМГВА на наступний ряд селекції подаються лише центри отриманих прогнозних інтервалів, тоді як у НМГВАНв – подаються повністю вихідні інтервали попереднього ряду. Також слід зазначити, що нечіткість, що використовується у НМГВА є штучною. Вона отримується за допомогою параметрів нечіткого опису. У методі НМГВАНв нечіткість виникає безпосередньо з вхідних змінних з урахуванням їх особливостей для кожного входу.

Виходячи з результатів побудови моделі, на основі аналізу середньоквадратичного відхилення похибки моделі та коефіцієнту множинної детермінації $R^2(0,42087)$, можна зробити висновок:

НМГВАНв можна застосовувати для побудови адекватних моделей економічних об'єктів, він дозволяє побудувати модель об'єкту навіть тоді, коли інформація про його структуру відсутня.

Результати було порівняно з моделлю, побудованою на цих же даних Нечітким методом групового врахування аргументів (НМГВА).

Проаналізувавши результати порівняння, можна зробити наступні висновки:

НМГВАНв, при застосуванні нечіткої вхідної інформації краще ніж НМГВА буде модель економічного об'єкту за такими параметрами: СКВ похибки прогнозу на контрольній виборці, R^2 моделі, середня ширина інтервалу прогнозу.

НМГВАНв дає значно вужчий інтервал прогнозу ніж НМГВА.

Отже, можна зробити загальний висновок:

При необхідності побудови моделі та прогнозування економічного об'єкту за наявності нечітких, інтервальних та лінгвістичних вхідних даних слід застосовувати Нечіткий метод групового врахування аргументів з нечіткими входами, який було розроблено в даній роботі.

Література

1. **Зайченко Ю.П., Кебкал О.Г., Крачковський В.Ф.** Нечіткий метод групового врахування аргументів та його застосування в задачах прогнозування макроекономічних показників. //Наукові вісті НТУУ «КПІ», №2, 2000р. с.18-26.

2. **Іваненко О.Г., Іваненко Г.О.** Індуктивні методи прогнозування та аналізу складних економічних систем. – К., НІСД, 1997 р.

3. **Зайченко Ю.П., Заєць І.О.** Синтез та адаптація нечітких прогнозуючих моделей на основі методу самоорганізації. //Наукові вісті НТУУ «КПІ», №3, 2001р. с.18-26.

3. **Madala H.R. and Ivakhnenko A.G.** “Inductive Learning Algorithms for Complex Systems Modeling. CRC Press Inc., Boca Raton, 1994.

Pinchuk D.A.

The method of group calculation of arguments with illegible entries

The illegible method of group calculation of arguments with illegible entries is worked out in the article. It is established that if one needs to build a model and foreseeing of an economical object having illegible, interval and linguistic entry data one should use the illegible method.

Keywords: illegible method, arguments, interval and linguistics data, economical object.