навчання нейронних мереж. Навч. посібник. – Запоріжжя. – 2003. – 136 с.

Поступила 25.01.2010р.

УДК 519.711.3, 519.767.6

А. А. Верлань, О.В. Нечипоренко, Ю.О.Фуртат

ЛОГІЧНИЙ ВИВІД ТА КЕРУВАННЯ В СИСТЕМІ НЕФОРМАЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Розглядається задача розробки механізму нечіткого логічного виводу в системі неформального програмування. Для цієї системи конкретизуються поняття «логіко-лінгвістичне правило», «умовно нечітке висловлювання», «квантифікатор», «модифікатор». Описується модель нечіткого логічного виводу в СНеП.

Також для системи розглядається керуюча структура. Визначаються семантичні категорії «загальне правило – окреме правило», «загальне правило – виняток з правила». Описується використання цих категорій в створенні керуючої структури системи.

The task of fuzzy inferencing mechanism development in the system of the informal programming is considered. For this system concepts «logical-linguistic rule», «conventionally fuzzy statement», «quantifier», «modifier» are specified. The model of fuzzy inferencing is described in SInP.

Also for the system a control structure is considered. Semantic categories «general rule – separate rule» «general rule – exception» are determined. The use of these categories in system's control structure creation is described.

Вступ. При розв'язуванні задач, що складно формалізуються, використовується нечітка інформація: поняття і відношення з нечіткими межами, лінгвістична інформація, і введення строгих меж або штучне введення однозначності означає огрублення початкових даних і може стати причиною отримання чіткого, але невірного результату [1].

В межах системи неформального програмування (СНеП) для розв'язування цього класу задач розроблено механізм нечіткого логічного виводу , модель якого працює з логіко-семантичним описом предметної області і може задаватись або в явній формі (будується модель, зберігається в пам'яті ЕОМ і в при надходженні запиту дані обробляються в цій моделі), або в неявній формі.

Логіко-лінгвістичні правила. В СНеП реалізується неявна модель нечіткого логічного виводу, модель не зберігається в пам'яті ЕОМ, запит, що надійшов, обробляється за певним алгоритмом. Така реалізація не впливає

 © А. А. Верлань, О.В. Нечипоренко, Ю.О.Фуртат

суттєво на час обробки запиту. Модель оперує логіко-лінгвістичними правилами і нечіткими умовними висловлюваннями.

Під логіко-лінгвістичним правилом слід розуміти висловлювання вигляду: «ЯКЩО кваліфікація_програміста, ТО стаж_роботи_програміста», що відображає логічний взаємозв'язок двох лінгвістичних змінних: КВАЛІФІКАЦІЯ_ПРОГРАМІСТА (в даному випадку це посилання, в правилі їх може бути декілька) і СТАЖ_РОБОТИ_ПРОГРАМІСТА (це вивід правила – він один). Це висловлювання можна записати в такій формі:

$X \rightarrow Y$,
де X – посилання;
Y – вивід даного правила

Конкретизуючи логіко-лінгвістичне правило в даній предметній області, маємо нечітке умовне висловлювання:

«ЯКЩО кваліфікація програміста висока, ТО стаж роботи програміста великий»;

«ЯКЩО кваліфікація програміста середня, ТО стаж роботи програміста середній»,

$X_1 \rightarrow Y_1$,
$X_2 \rightarrow Y_2$,

де X_1 – висока, X_2 – середня, Y_1 – великий, Y_2 – середній є значеннями лінгвістичних змінних КВАЛІФІКАЦІЯ і СТАЖ.

Програма, що працює з моделлю нечіткого логічного виводу, має такі вхідні параметри:

вказівник на файл, де зберігаються правила;

вказівник на файл, де зберігаються значення лінгвістичних змінних;

адреса логічно-лінгвістичного правила, що відповідає запиту, що надійшов;

значення посилань запиту.

Вихідний параметр програми – значення лінгвістичної змінної (вивід логіко-лінгвістичного правила для даного запиту).

Моделі нечіткого виводу. В процесі розробки нечіткого виводу розглядались механізми побудови моделей Rm, Ra, Rb, Rgg нечіткого виводу [2]. В цих моделях не враховується внутрішня логічна структура висловлювання і, без урахування механізму побудови моделі, використовується одна й та сама операція перетворення вхідної множини на вихідну, що призводить до отримання неточного результату обчислень.

В програмі розглядається модель з урахуванням її подвійності, в залежності від того, який механізм виводу використовується (дедуктивний чи індуктивний), операції перетворення вхідної множини на вихідну виходять різними:

для індуктивного механізму на вхід надходить вивід висловлювання, на виході – посилання,

$$\mu_Y(u) = \inf_{v'} \in \{v / \mu_R(u,v) > \mu_X(v), \mu_R(u,v')\}$$

Для дедуктивного механізму на вхід надходять посилання, на виході – вивід висловлювання.

$$\mu_X(v) = \max_u \min[\mu_Y(u), \mu_R(u,v)]$$

Таблиці даних зчитуються з вказаного файлу в структуру, яка містить значення посилань і відповідні ім. виводи. Оскільки вказані дані є лінгвістичними змінними, структура містить нечіткі множини [3], що описують значення цих лінгвістичних змінних. З урахування нечітких множин, нечітке умовне висловлювання виглядає наступним чином

$$\widetilde{X}_1 \to \widetilde{Y}_1$$

$$\widetilde{X}_2 \to \widetilde{Y}_2$$

Структура висловлювань. Нечіткі умовні висловлювання можуть також містити квантифікатори і модифікатори. Наприклад: «Більшість програмістів з високою кваліфікацією мають біль-менш великий стаж роботи», де «більшість» - квантифікатор, що кількісно або якісно характеризує об'єкти з даними властивостями, а також лінгвістична змінна, значення якої описується нечіткою множиною, і, так само, як і для значень посилань, нечітка множина задається експертом;

«більш-менш» – модифікатор, що якісно характеризує значення посилання (властивість об'єкту).

Якщо в висловлюванні містяться квантифікатори та модифікатори, то в структуру записується і ця інформація.

На початку роботи зчитується запит, що надійшов. Поле посилання має довжину 60 байт.

20 байт	20 байт	20 байт
модифікатор	значення посилання	квантифікатор

Після того як структура даних заповнена, запит зчитано, формується неявна модель нечіткого логічного виводу. Зчитуються і аналізуються нечіткі умовні висловлювання, що відповідають логіко-лінгвістичному правилу. Далі посилання зчитуються послідовно, висловлювання за висловлюванням, при цьому проводиться аналіз кожного посилання на наявність модифікатора. У випадку знаходження модифікатора, нечітка множина відповідно модифікується. Посилання порівнюються з відповідними посиланнями запиту. Так обчислюється ступінь відповідності і-го висловлювання запиту, що надійшов:

$$Poss(a_i / a') = \max_V \min(\mu_{a_i}(V), \mu_{a'}(V)),$$

де a_i – посилання і-го висловлювання;

a' – відповідне посилання запиту.

З (min-max)-композиції виводів нечітких умовних висловлювань з урахуванням отриманого ступеню впевненості будується нечітка множина, з якого за допомогою (min-max)-композиції з наявними виводами знаходяться коефіцієнти відповідності, і вибором максимального коефіцієнта визначається результуючий вивід для запита, що надійшов. Якщо коефіцієнт < 1, то шляхом апроксимації з використанням модифікаторів уточнюється відповідь на запит, що надійшов.

Для створення на основі описаного вище механізму нечіткого логічного виводу інтелектуальної системи необхідно визначити її керуючу структуру

Керуюча структура – це інформація про те, коли і як слід застосовувати правила і процедури. Визначає спосіб застосування різноманітних правил, дозволяє вирішити, яке з правил має бути використано наступним, містить інформацію про способи встановлення взаємозв'язків між правилами, що описують проблемне середовище, описує спосіб структуризації знань.

Форми керуючих структур можуть біти різними. Правила можна вибирати послідовно, або ж деяка підмножина правил (мета правило) може бути використана для вибору наступного правила.

Керуючі структури можуть біти побудовані за такими стратегіями: «стопка книг», найдовшої умови, метапродукцій, «класної дошки», пріоритетного вибору, керування за іменами [4].

Керуюча структура в інтелектуальній системі продукційного програмування використовує як основу для стратегії принцип найдовшої умови. Цей принцип широко відомий в літературі [5, 6]. В системі поглиблюється цей принцип: розглядаються відношення між правилами «загальне правило – окреме правило», «загальне правило – виняток з правила» [5], ширше розглядаються відношення «загальне правило – окреме правило».

Керуюча структура в системі складається з метазнань нульового і першого рівня [7]. Метазнання нульового рівня – це знання про внутрішнє представлення правил виводу (продукцій) в системі. Метазнання першого рівня – це знання про логічну структуру бази знань (БЗ) і пріоритети застосування правил. Метазнання нульового рівня відображаються логічну структуру БЗ в системі у вигляді вказівників на декларативну і процедурну частини.

Правила в системі – це конструкції вигляду:

$x_1 * x_2 * ... * x_n \rightarrow y$,

де x_1, x_2, ..., x_n – посилання;

y – вивід;

* – логічні зв'язки «ТА», «АБО».

Логічна структура БЗ будується у відповідності до наступних семантичних категорій:

1) загальне правило – окреме правило (ЗО-відношення на множині продукцій);

Якщо для двох правил правил *p* та *q* область визначення правила *p* є строго окремим випадком області визначення правила *q*, і за правилом *p* выводитсявиводиться значення змінної, що є посиланням в правилі *q,* то *p* називається окремим правилом, *а q* – загальним правилом.

Наприклад:

$x_1 \rightarrow y$ – загальне правило;

$x_2 \& x_3 \rightarrow x_1$ – окреме правило;

2) загальне правило – виняток з правила (ПВ-відношення на множині продукцій).

Якщо для двох правил правил *p и q* область визначення правила *p* є строго окремим випадком області визначення правила *q*, і за правилами *p* і *q* выводятсявиводяться значення для однієї змінної, то правило *p* називається винятком з правила *q*, а *q* – загальним правилом.

Винятки мають пріоритет перед загальними правилами.

Наприклад:

$x_1 \& x_2 \rightarrow y$ – виняток з правила;

$x_1 \rightarrow y$ – загальне правило.

Взаємодію загального правила і винятку з правила, загального і окремого правил схематично зображено на рис. 1. Пунктирна стрілка означає, що вивід одного правила є посиланням в іншому.

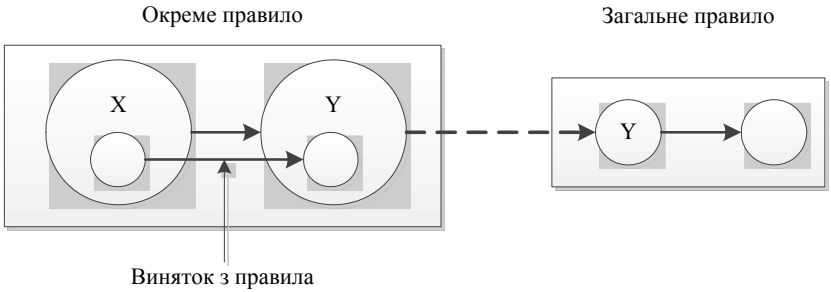

Рис. 1. Взаємодія правил

Представлення метазнань в системі. Фізично метазнання першого рівня в системі представлені в окремому файлі. Вказівники структуровані за рядками. Кожний рядок відповідає змінній, що використовується в БЗ для позначення відповідного поняття. Представлення рядка вказівників має такий вигляд:

Вказівник_1,..., [вказівник_i,..., вказівник_j],..., вказівник_k; вказівник_k+1, ..., вказівник_m ’\n’.

В лівій частині рядка до до роздільника «;» записуються вказівники на правила,в яких ця зміння міститься в виводі правила виводу, а в правій частині рядка (після роздільника «;») – вказівники на правила, де змінна

використовується в посиланнях. В квадратних дужках знаходяться вказівники на правила, які застосовуються з урахування пріоритетності. Вказівники в квадратних дужках розташовані в порядку зменшення відносно пріоритету застосування відповідних правил.

Рядок завершується символом «\n» (новий рядок).

Метазнання першого рівня в системі представляють інформацію про порядок виконання правил, необхідний для отримання потрібного результату.

Вивід в системі представляє собою ланцюжок правил. Вивід одного правила може використовуватись в якості посилання в іншому правилі і т. д. Для визначення правил, які потрібно виконати на розв'язуванні задачі користувача, використовуються метазаннння першого рівня – список вказівників на правила.

В таблиці значень змінних стоїть вказівник на список продукцій, де ця змінна є виводом (рис. 2). Продукції розташовані в порядку пріоритету. До кожної продукції додається список вказівників відношення «загальне правило – виняток з правила» (ПВ-вказівник). Кожний такий вказівник – це номер правила, для якого це правило є виняток. На закінчення можна сказати, що розглянута вище керуюча структура дозволяє значною мірою прискорити процес виводу в системі, уникнути конфліктних ситуацій в порядку застосування правил.

Керуюча структура дозволяє узагальнювати і класифікувати знання

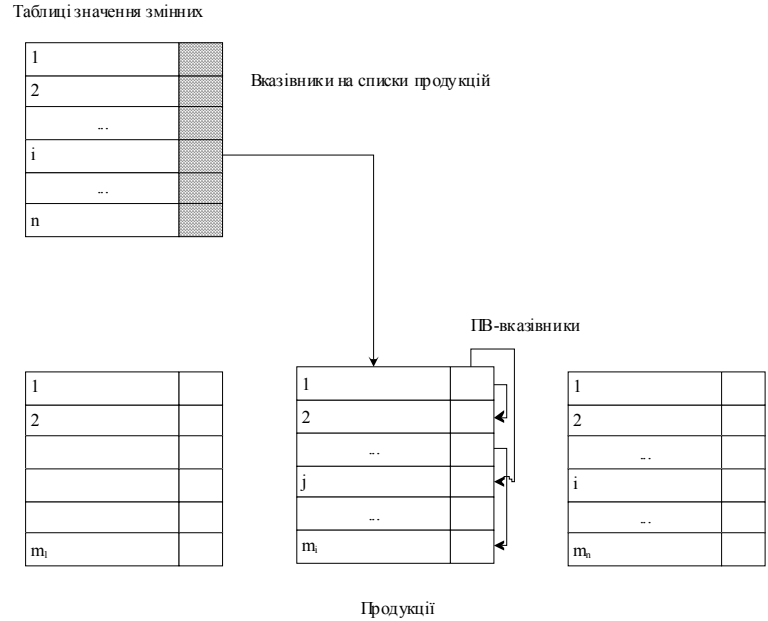

Рис. 2. Логічна структура бази знань

Висновки. В системі СНеП реалізовано механізм нечіткого логічного виводу, що дозволяє максимально точно розв'язувати задачі, що складно формалізуються, розвинуто і розширено принцип найдовшої умови – це відношення на множині продукцій «загальне правило – окреме правило». Цим система відрізняється від існуючих аналогічних систем.

1. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. *Д.А. Поспелова*. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат лит., 1986.
2. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения. Пер. с англ. / Под ред. *Р.Р. Ягера*. – М.: Радио и связь, 1986.
3. *Заде Л.А*. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976.
4. Искусственный интеллект. Книга 2. Модели и методы: Справочник. Под ред. *Д.А. Поспелова*. – М.,Радио и связь, 1990.
5. *Кузнецов В.Е.* Представление в ЭВМ неформальных процедур. – М.: Наука, 1989.
6. *Марков С.В.* Продукционное программирование процессов автоматизированного проектирования конструкторской документации печатных плат: Дис. канд. техн. наук / Воронеж. НИИ полупр. машин-я. Воронеж, 1988.
7. *Попов Э. В.* Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М.,Наука, гл. редакция физико-математической литературы, 1987

Поступила 27.01.2010р.

УДК 681.3

В.С. Василенко

МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

Summary: Considered most widespread models of providing of integrity of information's holding object.

Відповідно до термінології нормативних документів Державної служби спеціального зв'язку і захисту інформації України [1] під цілісністю інформації розуміється її властивість, яка полягає у тому, що інформація не може бути модифікована неавторизованим користувачем або процесом. Іншими словами, під цілісністю інформації розуміється відсутність в ній будь-яких викривлень (модифікацій), які не були санкціоновані її власником, не залежно від причин або джерел виникнення таких викривлень.

Причини таких викривлень можуть бути випадковими або навмисними. Випадкові викривлення можуть бути як природними, пов'язаними з дією природних чинників, так і штучними. До числа природних чинників

 © В.С. Василенко