

УДК 37.016:004

Горошко Ю.В.

МОДЕЛІ ПОДАННЯ ЗНАНЬ

*В статті розглянуто різні моделі подання знань у системах штучного інтелекту.**Ключові слова: штучний інтелект, моделі подання знань, інформатика.*

При навчанні дисципліни "Основи штучного інтелекту", яка вивчається на спеціальності "Інформатика" у вищих педагогічних навчальних закладах, якнайбільшу увагу потрібно приділити таким важливим темам, як моделі штучного інтелекту (моделі подання знань).

Продукційні правила. Першою моделлю подання знань розглянемо модель *продукційних правил*. В продукційних правилах описують знання у формі ЯКЩО-ТО. В загальному вигляді правило записується так "ЯКЩО A_1, A_2, \dots, A_n , ТО В". Це означає, що якщо твердження від A_1 до A_n істинні, то твердження В також істинне або ж потрібно виконати дію В. Як приклад можна навести таке правило:

ЯКЩО X набрав потрібну кількість балів і X має потрібну медичну довідку ТО X поступив до вузу
В даному правилі дві умови ($n=2$). Якщо умов взагалі немає, отримується факт, наприклад "Іваненко І.І. – чоловік".

Розглянемо правило

ЯКЩО X старший за Y і Y старший за Z ТО X старший за Z

та факти

*Іван старший за Петра**Іван старший за Григорія**Петро старший за Степана**Григорій старший за Семена*

Застосувавши дане правило до наведених фактів, можна отримати два нових факти:

*Іван старший за Степана**Іван старший за Семена*

В механізмах виведення в системі, що базується на моделі продукційних правил, можуть для отримання висновків використовуватися як прямі, так і зворотні виведення. В прямих виведеннях застосовують правила до існуючих фактів в надії досягти потрібну ціль. У зворотних виведеннях йдуть від потрібної цілі в надії знайти факти для її обґрунтування. В деяких ЕС модель продукційних правил розширена можливістю використовувати в фактах і правилах нечіткі відомості, яку називають фактором впевненості. Відомими ЕС, що ґрунтуються на моделі продукційних правил, є ЕС DENDRAL та MYCIN.

Семантичні мережі. Семантика в широкому сенсі слова – аналіз відношень між мовними виразами і світом, реальним і уявним, а також самі ці відношення і сукупність таких відношень. Відношення між мовними виразами і світом полягають в тому, що мовні вирази (слова, словосполучення, речення, тексти) означають те, що існує у світі – предмети, якості (або властивості), дії, способи здійснення дій, відношення, ситуації і їх послідовності. Термін "семантика" утворений від грецького кореня, пов'язаного з ідеєю "позначення" (semantikos – "той, що позначає"). Відношення між виразами природної мови і дійсним або уявним світом досліджує лінгвістична семантика, що є розділом лінгвістики. Семантикою називається також один з розділів формальної логіки, де описуються відношення між виразами штучних формальних мов і їх інтерпретацією в певній моделі світу [1].

В кінці 60-х рр. 20-го ст. вчений М. Росс Куїлліан запропонував моделювати пам'ять людини у вигляді величезної павутини, яку він назвав семантичною мережею. У вузлах такої мережі подають сутності і поняття, а дуги є описами відношень між цими сутностями або поняттями, тобто семантична мережа подається графом. В комп'ютерній пам'яті вузли можуть відповідати певним записам, а зв'язки – це вказівники.

Семантичні мережі бувають однорідними та неоднорідними. Однорідні мережі мають тільки один тип відношень. У неоднорідних мережах кількість типів відношень більше одного. Класичними ілюстраціями даної моделі подання знань є саме такі мережі. Неоднорідні мережі є більш придатними для практичних цілей, але і складнішими для досліджень [2].

За арністю типовими є мережі з бінарними відношеннями (що зв'язують рівно два поняття). Бінарні відношення дійсно є простими і зручно виглядають на графі у вигляді стрілки між двома поняттями. Крім того вони відіграють виняткову роль в математиці. На практиці, проте, можуть знадобитися відношення, що зв'язують більше двох об'єктів, – N-арні. При цьому виникає складність – як відобразити подібний зв'язок на графі, щоб не заплутатися [2].

Найбільш важливими в семантичних мережах вважають зв'язки виду "це є" ("IS A"), за допомогою яких можна зв'язати поняття в ієрархію, в якій вузли нижчих рівнів наслідують властивості вищих. Але існують і інші види зв'язків, наприклад зв'язок "різновид" ("A KIND OF"), зв'язок "є частиною" ("HAS

PART") та інші. Виведення в семантичних мережах визначаються через відношення між множиною дуг, що мають спільні вузли.

Модель дошки оголошень. Модель дошки оголошень застосовується у випадку, коли потрібно розв'язати проблему, що складається з кількох окремих підпроблем. Кожній такій підпроблемі відповідає специфічне джерело знань, причому всі джерела знань через спільну ділянку пам'яті, що називається дошкою оголошень, управляються так, що всі знання використовуються скоординовано, як єдине ціле. Кожне джерело знань саме по собі будується як продукційна система [4].

Джерела знань в моделі дошки оголошень об'єднуються в ієрархічну систему, відповідно виведення в такій моделі відбувається послідовно від нижчих рівнів ієрархії до вищих. На кожному рівні виведення висувається гіпотеза, яка записується на дошку оголошень. На більш високому рівні ця гіпотеза перевіряється, і якщо вона підтверджується, то її аналіз піднімається ще вище за ієрархією. Якщо гіпотеза не підтверджується, то здійснюється вихід на нижчий рівень для висування нової гіпотези.

Фреймова модель. В 1974 р. Марвін Мінський висловив припущення, що людський розум інтерпретує кожен новий об'єкт, зокрема мовний, за допомогою особливих структур пам'яті, які він назвав фреймами. На розробку фреймової моделі здійснили вплив результати досліджень, за якими було зроблено висновки, що люди зберігають і використовують свій досвід у вигляді загальних концепцій, які при необхідності конкретизуються. Фрейм – комплексний пакет знань, що зберігається в пам'яті комп'ютера і в якому описується певний об'єкт або поняття [3].

Фрейм – загальний каркас знань, містить іменовані відділення, які називаються слотами. Слоти містять дані про характеристики того об'єкта, який описується в фреймі. Слід зауважити, що в слотах можуть міститися прості дані, наприклад вік, стать, зріст, а також і процедури, за якими можна знаходити значення слоту, наприклад значення слоту "розмір одягу" може обчислюватися за певною формулою на основі даних із таких слотів, як "зріст", "маса", "стать" і інші. Нарешті слот може містити інший фрейм, і також фрейм може бути складовою більш крупного фрейму. Таким чином можна утворити певну мережу (ієрархію) пов'язаних між собою фреймів. Від слотів, що подаються у вигляді процедур, може передаватися управління один одному шляхом надсилання повідомлень. Існують поняття фрейм-клас, що містить загальні характеристики цілого класу об'єктів, наприклад фрейм "людина" і фрейм – представник цього класу, наприклад фрейм "Іваненко Іван Іванович", який наслідує характеристики фрейму "людина". Таким чином для фреймів існує поняття наслідування. Фреймова система дуже близька до концепції об'єктно-орієнтованого програмування. Оскільки студенти вивчають об'єктно-орієнтоване програмування раніше, ніж основи штучного інтелекту, така аналогія дозволить їм краще з'ясувати фреймові моделі.

Модель логіки предикатів. Логіка предикатів може використовуватися як одна з мов подання знань і одночасно з цим вона має важливе значення як універсальний засіб опису базової структури і подання знань. Визначаючи мову предикатів, потрібно визначити три речі: синтаксис, семантику і операції.

Для побудови слів у мові предикатів можна використовувати будь-які літери та деякі спеціальні символи, за винятком зарезервованих символів. Скінченні набори символів, що починаються з великої літери, будемо вважати змінними, а решту – константами. Набір з n констант або змінних, що взятий в круглі дужки і слідує за іменем (скінченний набір символів), будемо називати функцією, наприклад $f(X, Y, Z)$. Константи, змінні та функції називають термами. Набір з n термів, взятий в дужки і такий, що слідує за іменем (скінченний набір символів), називається атомарним предикатом. Наприклад атомарним предикатом є *син(X, петро)*. Предикат набуває одного з двох значень – істинно чи хибно в залежності від значень констант, змінних і функцій, що входять в нього. Із атомарних предикатів за допомогою логічних операцій можна складати логічні речення (формули).

Для вказування логічних операцій використовують зарезервовані символи. Логічне "і" позначається символом " \wedge ", логічне "або" символом " \vee ", заперечення символом " \sim ", імплікація позначається символом " \Rightarrow ", а еквіваленція символом " \Leftrightarrow ". Також до зарезервованих символів відносяться квантор загальності " \forall " та квантор існування " \exists ".

Сформулюємо правила, дотримання яких дозволяє будувати правильну логічну формулу.

- Атомарний предикат є правильною логічною формулою.
- Якщо A, B – правильні логічні формули, то $A \wedge B, A \vee B, \sim A, A \Rightarrow B, A \Leftrightarrow B$ – також правильні логічні формули.
- Якщо $A(X)$ – правильна логічна формула, то вирази $(\forall X)A(X), (\exists X)A(X)$ також є правильними логічними формулами.
- Всі результати, отримані застосуванням скінченну кількість разів правил 1-3, також є правильними логічними формулами.

Щодо семантики мови логіки предикатів, то слід сказати, що конструкції цієї мови самі по собі ніяк не пов'язані з тими предметними галузями, для моделювання яких їх використовують. Розробник повинен чітко вказати, яка предикатна форма і для опису якої сутності предметної галузі використовується. Наприклад, предикат *батько(петро, іван)* може означати як те, що Петро батько Івана, так і те, що Іван батько Петра. Щоб не було таких двозначностей, потрібно:

- Встановити відповідність між константами моделі, заснованої на логіці предикатів, і об'єктами предметної галузі.

– Встановити відповідність між формулами моделі, заснованої на логіці предикатів, і функціональними відношеннями між об'єктами предметної галузі.

– Встановити відповідність між атомарними предикатами моделі, заснованої на логіці предикатів, і концептуальними відношеннями предметної галузі.

У формули логіки предикатів входять як змінні, семантично обмежені кванторами існування та загальності (квантовані змінні), так і не обмежені кванторами змінні (неквантовані змінні). Квантовані змінні називаються зв'язаними, а неквантовані – вільними. Логічна формула, в якій всі змінні є зв'язаними, називається реченням. Дуже важливо, що реченню можна однозначно поставити у відповідність значення "істинно" або "хибно". Наприклад речення $(\forall X)(\exists Y) \text{батько}(X, Y)$, яке будемо тлумачити "Для кожної людини X існує батько Y " є завжди істинним. Якщо ж у формулі логіки предикатів використовуються вільні змінні, то про істинність або хибність такої формули можна сказати тільки після підстановки замість змінних конкретних значень. Тобто не можна сказати, чи є істинною формула $\text{батько}(X, Y)$. А після підстановки формула $\text{батько}(\text{іван}, \text{петро})$ буде істинною, якщо це істинно у відповідній предметній галузі. Формулу, в яку зроблено підстановку, будемо називати висловлюванням.

Виведенням у моделі логіки предикатів будемо називати процедуру, за якою із заданої групи виразів виводиться новий вираз, якого не було серед заданих.

У якості повністю формалізованого методу виведення можна використовувати метод резолюції. Для використання методу резолюції потрібно початкові логічні формули перетворити у певну нормальну форму. Таке перетворення здійснюється за кілька стадій.

У першій стадії формули зводять до префіксованої нормальної форми. В цій формі всі квантори виводяться за дужки і займають місце на початку логічної формули. Для цього використовують кілька правил, наприклад із формули $(\forall X)A(X) \wedge (\forall X)B(X)$ можна отримати формулу $(\forall X)(A(X) \wedge B(X))$.

У другій стадії за допомогою перетворень повністю виключають квантори з предикатних формул. Такі перетворення роблять за допомогою так званих сколемівських функцій. Отримані в результаті таких перетворень предикатні формули називають сколемівською нормальною формою.

На третій стадії переходять до кон'юнктивної нормальної форми. Кон'юнктивна нормальна форма утворюється з висловлювань, що об'єднані диз'юнкціями, а ці диз'юнкції об'єднані кон'юнкціями, наприклад: $(A \vee B) \wedge (C \vee D) \wedge (K \vee M)$

Такий перехід дуже важливий для комп'ютерного опрацювання.

Далі кон'юнктивну нормальну форму зводять до так званої клаузальної форми, в якій кожен диз'юнкт називають реченням.

Якщо всі речення є висловленнями, тобто не містять змінних, то принцип резолюції полягатиме в наступному: об'єднуючи речення клаузальної форми і подаючи їх у вигляді диз'юнктив, отримують нові речення. Якщо в результаті одного з таких об'єднань буде отримано порожнє речення, то це доводить хибність початкової формули.

Якщо у клаузальній формі деякі предикати містять змінні, то процес виведення дещо ускладнюється. Для можливості доведення виконують уніфікацію формул шляхом підстановки замість змінних відповідних констант. Питання щодо навчання ще однієї моделі подання знань – штучних нейронних мереж розглянуто в [5].

Використані джерела

1. Онлайн Енциклопедія Кругосвет. Семантика. – Режим доступу : http://www.krugosvet.ru/enc/gumanitarnye_nauki/lingvistika/SEMANTIKA.html
2. Семантична мережа. – Режим доступу : http://uk.wikipedia.org/wiki/Семантична_мережа – 5.09.2012 р.
3. Комп'ютер обретає разум : пер с англ./ ред. и предисл. В.Л. Стефанюка. – М.: Мир. – 1990. – 240 с. : ил.
4. Осуга С. Обработка знаний: пер. с япон. / С. Осуга. – М. : Мир. – 1989. – 293 с., ил.
5. Горошко Ю.В. Вивчення штучних нейронних мереж у курсі "Основи штучного інтелекту" / Ю.В. Горошко // Вісник ЧНПУ імені Т.Г.Шевченка.- 2013. Випуск 113.- Серія: Педагогічні науки. – С.112-115.

Horoshko Y.

MODELS OF KNOWLEDGE

In the article various models of representation of knowledges are considered.

Key words: *artificial intelligence, knowledge models, computer science.*

Стаття надійшла до редакції 03.11.2014